

Métodos Cuantitativos

MATERIAL PARA TRABAJOS PRÁCTICOS



**Mariana Funes
Claudia Peretto
Claudia Carignano
Sergio Castro**

Métodos cuantitativos para la toma de decisiones: material para trabajos prácticos / Mariana Funes ... [et al.] ; contribuciones de Mariana Guardiola ... [et al.].- 1a ed.- Córdoba : Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N.C., 2020.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: online
ISBN 978-987-47505-8-7

1. Administración de Empresas. I. Funes, Mariana. II. Guardiola, Mariana, colab.
CDD 658.4033



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Esta obra se encuentra disponible desde el Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba. <http://rdu.unc.edu.ar>

El objetivo de este material es apoyar a los estudiantes en el proceso de formulación y solución de problemas de Investigación de Operaciones o Ciencia de la Administración.

Para contribuir aún más a este proceso, se incluye al final del presente una sección con soluciones y respuestas a problemas seleccionados.

Colaboradores

Mariana Guardiola

Hernán Guevel

Nadia Luczywo

Josefina Racagni

Elena Rojas Heredia

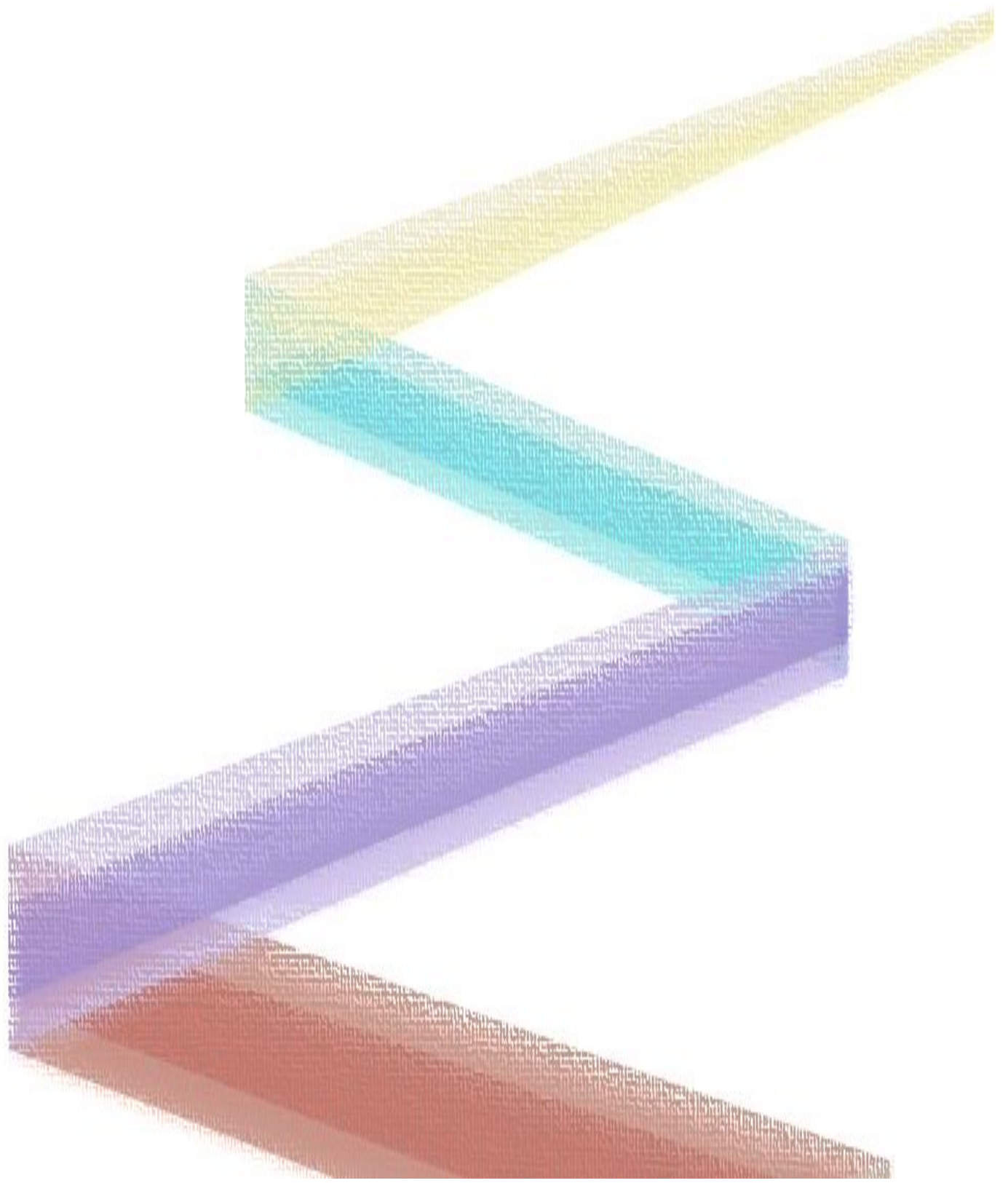
Agradecimiento

Los autores deseamos expresar nuestro agradecimiento a los auxiliares docentes de la asignatura, quienes con sus observaciones y sugerencias permitieron mejorar el presente material.

Índice

El Proceso de Decisión	1
Programación Lineal	20
Administración de Inventarios	58
Simulación	77
Programación y Control de Proyectos	91
Bibliografía	109
Soluciones a problemas seleccionados	110

EL PROCESO DE DECISIÓN



Problema N° 1

La ecuación de demanda para el producto de un fabricante es:

$$p = 20 - \frac{1}{4}q \quad 0 \leq q \leq 80$$

donde q es el número de unidades a producir y p es el precio de venta por unidad.

Se solicita:

- ¿Cuál es el objetivo que debe considerarse para darle una respuesta racional al decisor (fabricante)?
- ¿Cuál es la variable principal del problema? ¿Cuál es la función que representa el objetivo?
- Clasifique las variables y/o parámetros que intervienen.
- ¿Cuál es la decisión óptima del problema? y ¿cuál es el ingreso máximo?

Problema N° 2

Un Complejo de cines está analizando una estrategia de promoción con el propósito de aumentar la venta de entradas los fines de semana. Actualmente vende 1.500 entradas cobrando \$90 cada una. Sobre la base de estudios realizados y por experiencias anteriores, sabe que puede vender 20 entradas más por cada peso en que disminuya el precio. El responsable de ventas desea saber cuál es el precio que le conviene cobrar por la entrada si pretende maximizar los ingresos en el fin de semana. ¿Sería posible instrumentar la rebaja de precio que maximiza los ingresos si las salas tienen una capacidad de 2.000 butacas durante el fin de semana?

Problema N° 3

Una empresa fabrica un único producto y desea saber cuánto debe producir y su utilidad si:

- el costo total de producción (CT) es una función parabólica de la cantidad producida (X) $CT = 30.000 - 600 X + 0,40 X^2$
- el precio unitario de venta (\$) depende de la cantidad vendida

$$p = 900 - 0,60 X$$

Se pide:

- Identifique frente a qué tipo de Universo se debe tomar la decisión.
- Identifique la variable de decisión y la función de decisión.
- Determine la decisión óptima y el valor que asume la función objetivo.

Problema N° 4

Suponga que la ecuación de demanda para el producto de un monopolista de embutidos, comercializados en piezas, es: $p = 400 - 2q$ y la función de costo promedio es: $\bar{c} = 0,2q + 4 + (400 / q)$, donde q es el número de piezas de embutidos elaboradas, p es el precio venta de cada pieza y \bar{c} es el costo promedio por la elaboración de cada pieza.

Determine:

- El nivel de producción de embutidos en el que se maximiza la utilidad.
- El precio de venta para el que se obtiene la utilidad máxima.
- La utilidad máxima que obtendría el monopolista.
- Si como medida regulatoria, el gobierno impone un impuesto de \$22.- por pieza, ¿cambiará el objetivo del problema? ¿Cuál sería el nuevo precio al que maximizará la utilidad?

Problema N° 5

La función de costos de energía eléctrica de un fabricante de helados ha sido estimada como $C(x) = 0,02 x^2 - 6x + 800$ (x : número de tarros de helado a producir). Se pide:

- ¿Para qué nivel de producción x será mínimo el costo promedio unitario?
- ¿Cuál será el costo de energía promedio mínimo?

Problema N° 6

El encargado de compras de Pinturerías Marín desea determinar la cantidad de latas de impermeabilizante a comprar de manera de minimizar el costo total anual de mantener el mismo en inventario. Si ha determinado que dicha función de costos está dada por:

$$CT(q) = 20 \frac{6.400}{q} + 40 \frac{q}{2}$$

donde q representa la cantidad de latas de impermeabilizante a comprar.

Se pide:

- Identifique frente a qué tipo de Universo se debe tomar la decisión.
- Identifique la variable de decisión y la función de decisión.
- Determine la decisión óptima y el valor que asume la función objetivo en la decisión óptima.

Problema N° 7

En una empresa manufacturera, el costo de preparación de una línea de producción es de \$10.000 y los costos variables de mano de obra y de materiales de \$200 por unidad producida (x).

Se pide:

- Formule un modelo costo – volumen para producir x unidades.
- Conociendo que la producción se vende a \$500 por unidad, plantee la fórmula para el ingreso total.
- Plantee un modelo utilidad – volumen.
- Encuentre el Punto de Equilibrio para la empresa.

Problema N° 8

Estancia Vieja es un local de venta de pollos a la parrilla los fines de semana. Su dueño cuenta con un registro de las compras y ventas de los últimos meses y, recordando sus estudios de estadística en la facultad, ha estimado que la distribución de probabilidad de la demanda de pollos durante los fines de semana se comporta como se muestra en la siguiente tabla:

Cantidad demandada	50	60	70	80	90
Probabilidad	0,10	0,25	0,20	0,30	0,15

Pretende utilizar esta información para determinar la cantidad de pollos que le conviene encargar cada semana con el propósito de minimizar sus costos. Recibe el pedido los días viernes y paga \$60 por pollo. En el caso de tener que reponer el stock durante el fin de semana, la granja que se los provee inmediatamente le cobra \$70 por pollo por tratarse de días no laborables. Si compra más pollos de los que se vende, debe guardarlos en una cámara frigorífica hasta el próximo fin de semana, lo que le origina un costo de mantenimiento de \$10 por pollo.

Se pide:

- Defina y clasifique las variables del problema.
- Enuncie la función de las compensaciones.
- Arme la matriz de compensaciones. Si desea puede realizar la misma en una planilla de cálculo.
- Asesore al dueño indicando la cantidad de pollos a pedir y el costo esperado a afrontar.
- Si no pudiera confiar en la distribución de probabilidad que ha construido, ¿cómo podría determinar la cantidad de pollos a comprar para el fin de semana? Resuelva.

Problema N° 9

Un laboratorio que elabora un medicamento para gripe y resfríos, se encuentra ante la alternativa de realizar la compra de la droga básica. La misma debe importarse y es comprada encargando al extranjero el envío con cuatro meses de anticipación al invierno, a un precio de U\$S 200.- por tonelada.

En el caso de resultar insuficiente la cantidad pedida, se deberán realizar compras durante el invierno a los proveedores de la competencia en el mercado nacional, debiéndose pagar U\$S 350.- por la primer tonelada y U\$S 550.- por las siguientes.

La compañía se ha impuesto la restricción de no dejar demanda insatisfecha, por la importante pérdida en el posicionamiento en el mercado que ello implicaría.

Se sabe con precisión que la demanda, si el invierno es suave, implicará un consumo de materia prima de 4 Tn. Si el invierno es riguroso de 6 Tn. y si es normal de 5 Tn.

Por razones obvias no se puede atribuir ningún valor de probabilidad objetiva a cada uno de estos estados de la naturaleza.

Las materias primas que han sido compradas pero que no se utilizan para este medicamento, son utilizadas para elaborar otro producto de menor demanda, el que usará sólo 1 Tn. del excedente estimándose para ella un valor de recupero de U\$S 150.- Si sobran más de esa cantidad, deberá desecharse.

Se solicita:

- a) Construya la matriz de las compensaciones.
- b) Aplique el criterio de Savage para seleccionar la alternativa óptima.

Problema N° 10

CheeseBread vende bocaditos y pancitos al público en general, con la particularidad de que son preparados en el día, descartándose los que quedan al final de la jornada. En este momento desea determinar la cantidad de chipacitos (panes de queso y mandioca) a encargar diariamente a su proveedor. Estima que la demanda de chipacitos puede ser de 100, 200 o 300 unidades por día. Cada chipacito tiene un costo de \$2 y su precio de venta es de \$5.

Por la naturaleza del producto, si en el día adquiere una cantidad menor a la demanda no puede volver a comprar y las unidades sobrantes al final del día son desechadas.

Se solicita:

- a) Defina las variables para este problema.
- b) Enuncie la función de compensaciones.
- c) Considerando que:
 1. La probabilidad que le demanden 100 unidades es de 0,35 y que le demanden 300 unidades es de 0,30.

2. No tiene datos respecto a la probabilidad de la demanda.

Determine la alternativa óptima, aplicando los criterios de decisión adecuados para cada caso. Enuncie la función de decisión y la decisión óptima en cada criterio que utiliza.

d) Considerando que la demanda puede ser: 100, 200,,1.000 utilice una planilla de cálculo para determinar la decisión óptima:

1. Según el criterio de Wald.
2. Según el criterio del mínimo arrepentimiento.
3. Según el criterio de Hurwicz para $\alpha = 0,4$.

Problema N° 11

Un negocio de artículos regionales encarga todos los años en el mes de abril a una fábrica de chocolates, las latas de bombones con las que hará frente a la demanda de la temporada de invierno. Según registros de años anteriores estima que la demanda para la próxima temporada podrá ser de 60, 80, 100 ó 120 latas.

Cada lata (con fotos de diferentes paisajes de lugares turísticos de argentina) contiene $\frac{1}{2}$ kg. de bombones surtidos y le cuesta \$160 (\$40 la lata y \$120 los bombones) y la vende a \$400. Pasado el invierno no puede conservar los bombones, ya que los mismos tienen vencimiento, pero puede conservar las latas, de manera de incorporarles nuevos bombones la temporada siguiente, cargando un costo del 10 % del costo de la lata. De necesitar un número mayor de latas de las encargadas en abril, puede encargarlas a la fábrica, la que cobra \$280 cada lata por realizar un pedido extemporáneo.

Se pide:

- a) Defina las variables del problema y clasifíquelas.
- b) Formule la función de las compensaciones y arme la matriz correspondiente.
- c) Aplique los diferentes criterios de decisión (considere que el responsable de tomar las decisiones tiene un grado de optimismo de 0,70) y compare los resultados obtenidos.
- d) Enuncie las críticas que se le hacen a cada uno de los criterios.

Problema N° 12

Para la elaboración de un nuevo producto, el gerente de producción de una fábrica debe proponer la compra de un nuevo equipo, seleccionado entre tres opciones diferentes disponibles en el mercado: A, B o C. El equipo A tiene un costo de \$48.000 y produce a un costo de \$130 por unidad; el equipo B requiere una inversión de \$110.000 y produce a un costo unitario de \$110; el equipo C cuesta \$176.000 y produce a un costo de \$90 por unidad producida. En cualquiera de

estos equipos, si la producción es mayor a 30.000 unidades, se debe considerar un incremento en el costo de producción unitario del 5%, por mantenimiento y aditivos especiales para el correcto funcionamiento de los equipos.

Si se conoce que la demanda para todo el período de vida útil de los equipos es una variable aleatoria con la siguiente distribución de probabilidad:

Demanda	Probabilidad
20.000	0,20
30.000	0,35
40.000	0,25
50.000	0,20

ayude al gerente de producción a determinar qué equipo conviene adquirir a fin de minimizar el costo total.

Se pide:

- Identifique frente a qué tipo de Universo se debe tomar la decisión.
- Defina la variable de decisión.
- Identifique la función de decisión definiendo la notación que utiliza.
- Determine la decisión óptima y el valor que asume la función de decisión para esa decisión óptima.

Problema N° 13

Una distribuidora de golosinas debe reaprovisionarse de huevos y conejos de chocolate para enfrentar la demanda de Semana Santa. Cada caja trae 6 huevos y 6 conejos de chocolate y la compra a \$420.

Cada unidad, sea un huevo o un conejo, se vende a \$50.

Si durante la Semana Santa necesita reponer en forma urgente el costo de cada caja es de \$480.

Por otra parte, si al final de la temporada tiene sobrante de cajas, puede liquidarlas realizando una oferta a \$350 cada caja.

Se estima que la demanda puede asumir los siguientes valores: 150, 200, 250 o 300 cajas.

Se pide:

- Defina las variables para este problema.
- Enuncie la función de compensaciones.
- Determine la decisión óptima utilizando el criterio de la Mínima Aflicción.
- ¿Tiene alguna objeción el criterio utilizado? Si así fuera, ¿cuáles son?

Problema N° 14

Una fábrica de inyectores de combustible, proveedora de una automotriz, desea conocer la cantidad a producir mensualmente a mínimo costo. El costo de cada producto es de \$1.600. Si la demanda excede a lo producido debe agregarse un turno de trabajo adicional; en este turno adicional el costo de producción se incrementa en un 20%. Si la producción es mayor a la demanda, las unidades sobrantes generan un costo de almacenamiento del 15%.- por unidad. Como política de la empresa, no se admitirá la existencia de demanda insatisfecha.

Considerando la demanda de los últimos 5 años se ha podido observar que la demanda mensual de inyectores de combustible puede asumir los siguientes valores: 2.000, 2.500 ó 3.000 unidades.

Se pide:

- a) Describa claramente las variables, el objetivo y las compensaciones del problema.
- b) Resuelva y determine la decisión óptima, suponiendo que:
 1. La probabilidad de la demanda se estima en: 0,45, 0,30 y 0,25 para 2.000, 2.500 ó 3.000 unidades, respectivamente.
 2. No se conoce la distribución de probabilidad (se sugiere aplicar todos los criterios estudiados). Cuando trabaje con el criterio de optimismo relativo, emplee un coeficiente de optimismo de 0,65.

Problema N° 15

Una empresa dedicada a la venta de artículos para publicidad, desea conocer la cantidad de calendarios de bolsillo a comprar a principios de setiembre para atender los pedidos de sus clientes. Los precios de adquisición al proveedor dependen del número de calendarios que se encarguen:

- Para pedidos de hasta 1.000 unidades el precio es de \$150 cada 100 calendarios;
- Si se compran más de 1.000 y hasta 1.200 unidades, se obtiene un descuento del 10%;
- Si el pedido es de más de 1.200 y hasta 1.400 unidades el descuento es de 15%;
- Si se compran más de 1.400 unidades, el descuento es del 20%.

El precio de venta al cliente es de \$2,25 por calendario y se estima una demanda que se comporta según se detalla a continuación:

Demanda	Probabilidad
1.000	0,25
1.200	0,30
1.400	0,35
1.600	0,10

Se pide:

- Identifique el universo de la decisión.
- Defina las variables por comprensión y extensión.
- Formule la función de las compensaciones.
- Arme la matriz de las compensaciones.
- Indique la función de decisión a utilizar y determine la decisión óptima.
- ¿Es razonable aplicar la función de decisión utilizada en e) para este problema? Justifique su respuesta.

Problema N° 16

El encargado de la verdulería en un supermercado debe decidir cuántos cajones de naranjas de 20 kg. comprará para la venta semanal. El costo total por cajón es de \$250, el cual se compone de \$220 de fruta y \$30 el cajón vacío. El precio de venta de las naranjas es de \$20 el kilo. No puede dejar demanda insatisfecha, razón por la cual, si le falta mercadería deberá recurrir a proveedores alternativos que le venderán el cajón completo cobrándole un 20% menos del valor de venta. La fruta sobrante de la semana se desecha, mientras que los cajones no, ya que puede venderlos a \$25 a otros interesados.

De acuerdo a la experiencia de semanas anteriores, prevé que la demanda semanal puede ser de 200, 300, 400 o 500 cajones con las siguientes probabilidades asociadas:

Demanda	200	300	400	500
Probabilidad	0,20	0,25	0,35	0,20

A continuación se muestra la matriz de compensaciones correspondiente a este problema:

x/y	200	300	400	500
200	30.000	38.000	46.000	54.000
300	7.000	45.000	53.000	61.000
400	-16.000	22.000	60.000	68.000
500	-39.000	-1.000	37.000	75.000

En base a esta matriz de compensaciones y teniendo en cuenta el enunciado correspondiente, se pide:

- Defina cuales son las alternativas de decisión y los estados de la naturaleza.
- Verifique si el valor de la compensación $c(x=300, y=400)= 53.000$ es **correcto**. Escriba la función de compensaciones con la que calcula esta compensación y deje expresados los cálculos que realiza para la verificación.

- c) Verifique si el valor de la compensación $c(x=500, y=200) = -39.000$ es **correcto**. Escriba la función de compensaciones con la que calcula esta compensación y deje expresados los cálculos que realiza para la verificación.
- d) En base a la información disponible: ¿Cuál es el universo de la decisión y cuántos cajones deberá comprar a fin de maximizar la contribución total a las utilidades? Deje indicadas las fórmulas que utiliza.
- e) Determine la cantidad de cajones a comprar si decide adoptar el criterio de Savage. Indique todas las fórmulas que utiliza para llegar a la decisión óptima.

Problema N° 17

Un grupo de inversionistas, con miras a construir un barrio privado, necesita adquirir un terreno de más de 4 has., para lo cual disponen de 550.000 dólares. Se presentan dos zonas posibles (A y B) que tienen un costo por ha. de 100.000 y 110.000 dólares respectivamente.

Convinieron en que el terreno, será dividido en lotes de 1.000 m².

Según varios factores, que puedan o no presentarse en los próximos meses (instalación de otros barrios en la zona, construcción de puente y/o autopista que acelere el acceso a la ciudad, mejora en el servicio de transporte urbano, etc.), se estiman tres posibles precios de venta en dólares de los lotes:

	Precio 1	Precio 2	Precio 3
Zona A	25.000	35.000	45.000
Zona B	32.000	40.000	49.000

De acuerdo a estudios realizados sobre los diferentes factores que influyen en los precios de venta, se estima que éstos tienen una probabilidad de presentación de: 0,35, 0,25 y 0,40, respectivamente.

Se pide:

- Identifique frente a qué tipo de Universo se debe tomar la decisión.
- Defina la variable de decisión, los estados de la naturaleza y qué representan las compensaciones.
- Arme la matriz de las compensaciones.
- Identifique la función de decisión definiendo la notación que utiliza.
- Determine en qué zona conviene adquirir el terreno.

Problema N° 18

Una empresa del área de Tecnología Informática con sede en San Luis diseñó un nuevo microprocesador que le permitirá entrar al campo de las *tablets* con soporte para Android y de gama media/baja, si así lo desea; de lo contrario, puede vender sus derechos por \$800.000.

Si decide producir las *tablets*, la rentabilidad de este proyecto dependerá de la habilidad de la compañía para comercializarlas durante el primer año. Tiene suficiente acceso a los distribuidores minoristas como para garantizar la venta de 1.000 *tablets*. Por otro lado, si tiene éxito en la comercialización, puede llegar a vender hasta 10.000 *tablets*. La compañía piensa que ambas alternativas son igualmente probables. El costo de instalar la línea de producción es \$600.000. La diferencia entre el precio de venta y el costo variable de cada *tablet* es de \$600.

Se pide:

- a) Desarrolle una formulación para el análisis de las decisiones para este problema identificando las variables de decisión, los estados de la naturaleza y la matriz de pagos.
- b) Determine la decisión óptima y comente sobre la validez de los resultados obtenidos.
- c) Suponiendo que la compañía desconoce las probabilidades de las alternativas de decisión:
 1. Determine la decisión óptima si el decisor aplica el criterio de optimismo relativo y su grado de pesimismo es de 0,4.
 2. Determine la decisión óptima si el criterio a utilizar es el de Savage.

Problema N° 19

Una empresa de servicios radicada en Bariloche tiene un contrato con la Municipalidad por la provisión del servicio de limpieza de la vía pública. El contrato establece que el canon a pagar por la municipalidad en caso de producirse nevadas abundantes durante la temporada de invierno será de \$150.000, pero si la cantidad de nieve es moderada el canon se reduce a \$100.000 por la temporada. En caso de nevadas muy ligeras, el canon representará solamente el 30 % del estipulado para nevadas abundantes. Actualmente cuenta con una máquina barredora que sólo le servirá en caso de nevadas ligeras, por lo que está pensando la posibilidad de alquilar maquinaria. La empresa que alquila este tipo de máquinas le cobraría un alquiler de \$35.000 por una máquina de alto rendimiento (que puede cubrir el servicio ante cualquier tipo de nevadas) si hace el contrato en la siguiente semana. Si decide alquilar durante la temporada de invierno, los costos del alquiler serían de \$50.000 en caso de nevadas moderadas y de \$70.000 si la nieve es abundante.

Se pide:

- a) Defina las variables del problema.
- b) Construya la matriz de compensaciones.

- c) Si el responsable de las decisiones de la empresa de limpieza tiene un grado de pesimismo de 1, cuál sería la función de decisión que utilizaría. Determine la decisión óptima.
- d) Enuncie las críticas que se le efectúan al criterio que utiliza el responsable de la empresa para tomar las decisiones.

Problema N° 20

Los dueños de una remisería están analizando si les conviene expandirse y en qué medida hacerlo. Teniendo en cuenta la demanda del servicio de los últimos años y un estudio realizado, se presentan las siguientes alternativas:

- 1- Mantener el servicio tal como está, sin expandirse (es decir, cero inversión).
- 2- Realizar una inversión reducida, manteniendo la misma cantidad de coches pero renovando equipamiento de comunicación, contratación de publicidad, etc. Costo a valor presente de esta inversión: \$1.000.000
- 3- Remodelar la remisería con equipamiento moderno e incorporando 10 nuevas unidades en los próximos 3 años. Costo a valor presente de esta alternativa de inversión: \$6.000.000

De acuerdo a como se presente la economía para el mediano plazo, se establecen los valores presentes de los ingresos para las tres alternativas, según el cuadro siguiente:

Alternativas de inversión	Perspectiva económica		
	Mala	Moderada	Buena
No invertir	750.000	1.000.000	1.650.000
Inversión reducida	1.350.000	2.500.000	4.850.000
Inversión amplia	5.400.000	9.550.000	15.650.000

Se pide:

- a) Calcule los flujos netos de fondos a valores presentes para las distintas alternativas de inversión.
- b) Seleccione la alternativa más conveniente conociendo que la probabilidad de que se presente una perspectiva económica mala es de 0,15, de que sea moderada de 0,60 y finalmente la probabilidad de que la economía sea buena es de 0,25.
- c) Suponiendo que se debe decidir en condiciones de incertidumbre, ¿cuál será la decisión más conveniente, si el socio mayoritario es una persona pesimista?

Problema N° 21

Megapizza es una rotisería dedicada a la fabricación de pizzas. El establecimiento desea determinar la cantidad de pizzas a fabricar diariamente para hacer frente a la demanda. Con cada pizza horneada se entrega una bandeja de cartón descartable

cuyo costo unitario es de \$7. El principal insumo para la fabricación de masas de prepizzas es la harina en premezcla, que se adquiere a través de los repartidores y tiene un costo de adquisición de \$50 por kilogramo. Por cada un kilogramo de premezcla se obtienen 5 prepizzas. El resto de los insumos (salsa, queso, entre otros) cuesta en promedio \$12 por pizza. La mano de obra del maestro pizzero tiene un costo de \$2.000 por quincena. A su vez, el precio promedio de venta de cada pizza es de \$95.

Las pizzas no vendidas durante el día son entregadas a una organización sin fines de lucro que las retira en sus propias bandejas, abonando solo el 10% del precio promedio de venta por pizza.

Si durante el día se queda sin pizzas, puede pagar horas extras al maestro pizzero lo que provoca un incremento en el costo por pizza de \$20; por su parte, no existen inconvenientes para conseguir los insumos necesarios para su elaboración.

Se sabe que la demanda diaria puede ser de 100; 150; 200 o 250 pizzas, aunque no se tiene información de la ley de probabilidad de la misma.

Se pide:

- a) Defina las variables intervinientes y clasifíquelas.
- b) ¿Cuántas pizzas se deberán fabricar por día?
 1. Si el dueño de la rotisería toma sus decisiones basado en el criterio del mínimo arrepentimiento.
 2. Si el dueño de la rotisería es totalmente optimista en sus decisiones.
 3. Si el dueño de la rotisería toma sus decisiones basado en el principio de la razón insuficiente.

Problema N° 22

Los distintos centros culturales de una pequeña ciudad con altos índices de inmigración han organizado una "Fiesta de las Colectividades" y deben elegir, para la realización del evento, entre dos posibles ubicaciones: un salón o un predio al aire libre.

Si realizan la fiesta al aire libre, estiman que la concurrencia puede ser de 2.500 personas si el tiempo es templado, de 1.000 personas si hace frío, y de 1.700 personas si hace calor.

Si realizan la fiesta en el salón, la concurrencia puede ser de 1.400 personas para cualquier temperatura, dado que el ambiente se encontrará climatizado y esa es la capacidad máxima del local.

Se ha estimado que el consumo promedio será de \$80 (entre comida y bebida), mientras que el costo promedio por menú (con bebida incluida) será de \$45. Si se hace al aire libre, sólo deberán gastar para la organización de la fiesta, la suma de \$8.500, dado que la Municipalidad cederá el uso del predio. Si alquilan el salón, los

gastos de organización por todo concepto ascenderán a \$12.000. El Servicio Meteorológico ha anunciado que la probabilidad de que haga frío, calor o que el día esté templado para la fecha de realización del evento es de 0,35; 0,20 y 0,45 respectivamente.

Se pide:

- Defina las variables del problema y clasifíquelas.
- Construya la matriz de compensaciones y determine la decisión óptima en base a la información disponible.
- Determine la decisión óptima si no se tiene información acerca de la probabilidad de presentación de los diferentes estados climáticos y decide adoptar el criterio de Hurwicz con un coeficiente de optimismo $\alpha = 0,35$.
- ¿Cuál debería ser el coeficiente de optimismo para que a los organizadores le sea indiferente organizar la fiesta al aire libre o en el salón?

Problema N° 23

La Ferretería Calleros provee desde hace varios años, diversos productos, materiales y herramientas para la Industria de la Construcción. Frente a la llegada del verano, se ha planteado como estrategia para su expansión, realizar promociones de herramientas y maquinarias para el jardín.

Para ello, necesita comprar 10 máquinas de uso doméstico, combinando cortadoras de césped y desmalezadoras.

Debe decidir entre comprar 7 cortadoras y 3 desmalezadoras, 5 cortadoras y 5 desmalezadoras, o bien 8 cortadoras y 2 desmalezadoras, sabiendo que puede comprar cada cortadora a \$ 1.900 y cada desmalezadora a \$ 1.600. También debe considerar que el flete a abonar es de \$500, pero si compra más de 5 cortadoras, debe abonar una diferencia de flete de \$ 250.

La estrategia de venta implica ofrecer diferentes precios de los productos a medida que transcurre la temporada. Los precios establecidos se detallan en la siguiente tabla:

Precio unitario de Venta	Producto	
	Cortadora de Césped	Desmalezadora
Precio 1 (principio de temporada)	\$ 2.600	\$ 2.150
Precio 2 (mitad de temporada)	\$ 2.350	\$ 1.900
Precio 3 (fin de temporada)	\$ 2.100	\$ 1.750

Se pide:

- Defina las alternativas de decisión del problema.
- Defina los estados de la naturaleza.
- Construya la matriz de las compensaciones.

- d) Determine la decisión óptima si no se conocen datos acerca de la presentación de los estados de la naturaleza. Indique claramente las fórmulas utilizadas para calcular la función de decisión y la decisión óptima según cada criterio. (Hurwicz coeficiente de optimismo de 0,7).

Problema N° 24

Una importante cadena de comidas necesita determinar la cantidad de menús infantiles a producir diariamente en una de sus sucursales. Cada menú se compone de una hamburguesa, una gaseosa, un juguete y un embalaje especial. El costo de compra de la hamburguesa es de \$5, el de la gaseosa es de \$10, la caja cuesta \$2 y el juguete \$8.

Si se presenta exceso de demanda, podrá solicitar las gaseosas, hamburguesas y cajas con carácter de urgente sin costo adicional a su proveedor habitual, que lo entregará en forma instantánea, pero tendrá que ofrecer un juguete diferente que podrá conseguir a \$12 por unidad. Si hubiera exceso de oferta, deberá considerar un costo de conservación de \$0,50 diario por hamburguesa y además deberá pagar una tasa de costo de capital del 0,01 diario por los demás insumos ya adquiridos y no vendidos.

Suponiendo que puede conseguir toda la materia prima necesaria en cualquier momento y que, en base a experiencia previa, se prevé una demanda que puede ser de 100, 150 o 200 menús diarios.

Se solicita:

- Defina las variables y clasifíquelas.
- Enuncie las funciones de compensaciones y construya la matriz correspondiente.
- Si se conociera que la probabilidad para cada nivel de demanda es de 0,15, 0,50 y 0,35 respectivamente, ¿cuál sería la cantidad óptima de menús a preparar por día?
- Si el gerente de la sucursal considera que las probabilidades estimadas resultan poco confiables, no teniendo una manera más objetiva de medirlas que considerar que todos los niveles de demanda son igualmente probables, ¿cambiaría la decisión óptima determinada en el inciso anterior?
- ¿A qué universo de decisión hace referencia el inciso d)?

Problema N° 25

Una fábrica requiere un mínimo de 20 obreros para poner en funcionamiento una nueva línea de producción. Si menos de 20 obreros concurren en un día determinado, la fábrica debe suspender la producción. No obstante la línea puede operar satisfactoriamente con 20 obreros o más. Los productos que se elaboran

tienen un precio de venta de \$20.000. diarios. Los costos variables de producir y vender esos productos, excluida la mano de obra son de \$8.000. diarios.

Todos los obreros que decida contratar la fábrica formarán parte de la planta permanente. Esto implica que se paga a todos los obreros que se presentan a trabajar cada día, aún en el caso de que la línea de producción no pueda operar, y los obreros ausentes también reciben su retribución ese día. Las remuneraciones incluyendo beneficios adicionales y cargas sociales promedian los \$500. por cada obrero y por día.

La fábrica calcula que el ausentismo posee la siguiente distribución de probabilidad.

Nº de Obreros Ausentes	Probabilidad
0	0,36
1	0,38
2	0,19
3	0,06
4	0,01

Se solicita:

- Defina las variables.
- Formule la función de las compensaciones.
- Defina la función de decisión.
- Determine la alternativa de decisión óptima.

Problema Nº 26

Una empresa dedicada a la venta mayorista de equipos electrónicos, vende cada computadora personal a \$6.000, en órdenes de 10 equipos o menos. Para cuando las compras son de 11 equipos pero no superan los 20, el precio unitario se reduce en \$1.200 pero si la demanda es de 20 o más en cada orden, cada computadora tendrá un 30% de descuento. Sabiendo que el costo de cada equipo es de \$3.000, ¿cuál es el número de computadoras que la empresa deberá promover para la venta en cada orden si se pretende obtener una utilidad total máxima? ¿Cuál sería la utilidad total máxima que se obtendría?

Considere que la variable que representa a las computadoras de la orden es entera y utilice dos posibles formas de resolución:

- Armando una tabla como una demanda discreta.
- Definiendo el modelo con una variable continua y aproximando la demanda a los valores enteros que están próximos al valor obtenido.

Problema N° 27

Un empresario local necesita decidir en los próximos días respecto a la forma en que invertirá sus ahorros, los que ascienden a \$10.000.000.-

Debido a un inminente cambio de gobierno, estima que según sea el candidato ganador, será el rumbo de la economía del país. Estudios realizados al respecto informan que en los próximos meses se podrán presentar los siguientes escenarios con sus respectivas probabilidades:

- ✓ Escenario 1 (E1): estabilidad con baja inflación. Probabilidad 0,20
- ✓ Escenario 2 (E2): recesión con inflación moderada. Probabilidad 0,50
- ✓ Escenario 3 (E3): recesión con alta inflación. Probabilidad 0,30

De acuerdo con las actuales condiciones del país, las alternativas de inversión que está considerando son las siguientes:

- ✓ Alternativa 1 (A1): comprar tierras para arrendamiento en la pampa húmeda
- ✓ Alternativa 2 (A2): comprar tierras para ganadería al norte de la provincia
- ✓ Alternativa 3 (A3): adquirir Bonos en pesos con tasa variable
- ✓ Alternativa 4 (A4): invertir en Plazo Fijo

Respecto a cada tipo de inversión dispone de los siguientes datos:

A1: el precio de la hectárea en esa zona es de U\$S 10.500 aproximadamente. Se estima que el valor del dólar en los próximos días se mantendrá en \$ 14. La rentabilidad anual de la tierra arrendada es de 12 quintales de soja por hectárea. El valor estimado del quintal de soja para los próximos meses es:

E1: \$3.800

E2: \$3.870

E3: \$3.950

A2: Considerando que desea comprar un lote bien ubicado y con mejoras, el precio de la hectárea de tierra es de U\$S 6.750 aproximadamente. La rentabilidad anual por hectárea destinada a la cría de ganado es:

E1: \$25.000

E2: \$28.000

E3: \$35.000

A3: La cotización actual de los Bonos es de \$125. Las proyecciones de la rentabilidad según las perspectivas económicas que se presenten son:

E1: 30%

E2: 32,5%

E3: 36%

A4: La Entidad Bancaria a la que recurre proyecta las siguientes TEA para cada una de las perspectivas económicas posibles:

E1: 0,28

E2: 0,294

E3: 0,305

Se pide:

- Defina las variables del problema.
- Construya la matriz de compensaciones.
- Indique, en base a los datos del problema, la decisión óptima para el empresario, desde el punto de vista del rendimiento de la inversión a un año de plazo.
- Indique la decisión óptima si no existieran datos sobre la probabilidad de presentación de la demanda. (Hurwicz, coeficiente de optimismo de 0,60).

Problema N° 28

PRODUCIR SA debe decidir introducir un nuevo producto al mercado, para lo que cuenta con 6 opciones (A, B, C, D, E y F). Dada la siguiente matriz de compensaciones, donde las C_{ij} representan la calificación para cada producto obtenida de los grupos focales, siendo 10 la mejor calificación que se puede obtener:

	Grupo Focal 1	Grupo Focal 2	Grupo Focal 3	Grupo Focal 4
Producto A	8	6	5	10
Producto B	5	5	9	6
Producto C	2	8	4	10
Producto D	10	3	2	5
Producto E	7	7	2	5
Producto F	6	1	6	8

Se solicita:

- Identifique las variables y el objetivo del problema.
- Determine qué producto debería introducir al mercado PRODUCIR SA. Trabaje con el criterio de optimismo relativo, empleando un coeficiente de pesimismo de 0,6.
- Por la naturaleza del problema no es posible asignar una probabilidad a que las preferencias del mercado se ajusten a la de alguno de los grupos focales. Teniendo presente esto, el director de producción ha decidido lanzar al mercado todos aquellos productos que logren una calificación esperada mayor que 6, ¿Cuál/es producto/s lanzaría al mercado, aplicando el criterio de la razón insuficiente?

Problema N° 29

Una cadena de jugueterías debe decidir la cantidad a comprar de los diferentes juguetes para el Día del Niño. Con respecto a uno de los juguetes de mayor venta para niño, sabe que el precio de venta será de \$500 y el precio de compra al fabricante de \$38.000 la caja de 100 juguetes. Considerando los gastos en los que incurre para realizar el pedido, abonarlo y recibirlo en tiempo y forma, calcula un costo de \$40 por juguete.

De acuerdo a los datos de la demanda en años anteriores, conoce que puede vender 1.000, 1.500, 2.000 o 2.500 juguetes de este tipo, con las siguientes probabilidades:

Demanda	1.000	1.500	2.000	2.500
Probabilidad	0,40	0,30	0,20	0,10

Los juguetes que no se vendan para el Día del Niño, puede venderlos en los meses siguientes obteniendo un valor de recupero de \$340 por cada uno. Pero si la demanda excede su disponibilidad, pierde la venta.

a) Defina por comprensión y por extensión los elementos que se solicitan a continuación:

X:

Y:

$C(x,y)$:

b) Exprese la función de las compensaciones para las situaciones en que la demanda es igual a la disponibilidad, la demanda es mayor a la disponibilidad y la demanda es menor a la disponibilidad.

c) Construya la matriz de compensaciones.

d) Indique la decisión óptima en base a los datos del problema.

e) Indique la decisión óptima si no existieran datos sobre la probabilidad de presentación de la demanda. (Hurwicz, coeficiente de pesimismo de 0,30).



PROGRAMACIÓN LINEAL

Problema N° 1

Identifique si las siguientes restricciones cumplen con el requisito de linealidad de la programación lineal. De no ser así indique la característica que las hace inaceptables:

a) $-8x_1^2 + x_2 + x_3 \leq -120$

b) $\frac{1}{2}x_1 + x_2 = 3x_3$

c) $x_1 + 3x_2 = 1.000^2$

d) $2x_1 + \sqrt[3]{x_2} \geq 100$

e) $10,5x_1 - 11x_2 + 15x_3 \geq \sqrt[3]{125}$

f) $360 \geq x_1 + 2x_2 - x_3$

g) $x_1 \leq 0,50 (x_1 + x_2)$

h) $4x_1 + 3x_2 + x_1 \cdot x_2 \leq 150$

Problema N° 2

En un problema de PL planteado en forma estándar con cuatro restricciones y seis variables, el número máximo de soluciones básicas es:

a) 2

b) 10

c) 25

d) 15

e) 24

Problema N° 3

Dado el problema de programación lineal:

$$\text{MAX } H = 8x_1 + 12x_2 + 0x_3 + 0x_4$$

SUJETO A:

$$3x_1 + 4x_2 - x_3 = 23$$

$$2x_1 + 5x_2 + x_4 = 35$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Se pide:

a) Compruebe si cada uno de los conjuntos de valores de las variables que se detallan a continuación constituyen una solución posible del problema. En caso afirmativo diga de qué tipo de solución se trata:

I) $x_1 = 5, \quad x_2 = 2, \quad x_3 = 0, \quad x_4 = 15$

II) $x_1 = 8, \quad x_2 = 2, \quad x_3 = -3, \quad x_4 = 9$

III) $x_1 = 0, \quad x_2 = 7, \quad x_3 = 5, \quad x_4 = 0$

b) Sin resolver el problema, encuentre si es posible otra solución factible e indique el teorema que utiliza.

Problema N° 4

Responda VERDADERO o FALSO y justifique:

- a) La PL es un modelo formal porque asume el supuesto de certidumbre de los parámetros.
- b) Los valores de las variables de una solución de un problema de programación lineal son siempre números enteros.
- c) Una solución factible básica es no degenerada cuando tiene más valores nulos que cantidad de restricciones.
- d) La función objetivo puede asumir valores negativos.
- e) Para identificar la solución óptima de un PL se deben evaluar todos los puntos que pertenecen a la frontera del poliedro de soluciones.

Problema N° 5

Dado el siguiente problema:

$$\text{MIN } Z = X_1 + X_2$$

SUJETO A:

$$X_1 + 3 X_2 \geq 11$$

$$2 X_1 + X_2 \geq 9$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Se solicita:

- a) Obtenga la solución de este problema, aplicando el Método Gráfico.
- b) Detalle el vector solución y el valor de la función objetivo.
- c) Analice las soluciones básicas del problema e indique para cada una el valor de las variables de holgura.

Problema N° 6

Una escuela prepara una excursión en la que participarán 200 alumnos. Por reglamentaciones del Ministerio de Educación, la escuela debe contar con 1 adulto acompañante por cada 10 menores, por lo que se afectará al paseo a 10 de los docentes del colegio y se contará también con 10 padres que se han ofrecido a acompañarlos. Tradicionalmente esta institución contrata el traslado de los niños con una empresa de transporte que cuenta con 8 colectivos de 25 plazas y 6 de 40 plazas, pero no podría afectar a este paseo a más de 10 empleados entre choferes y co-conductores. Los colectivos pequeños requieren de la presencia de un chofer y los grandes de un chofer y un co-conductor. El alquiler de un colectivo grande cuesta \$8.000 y el de uno pequeño, \$7.000.

Se solicita:

- a) Defina las variables del problema.

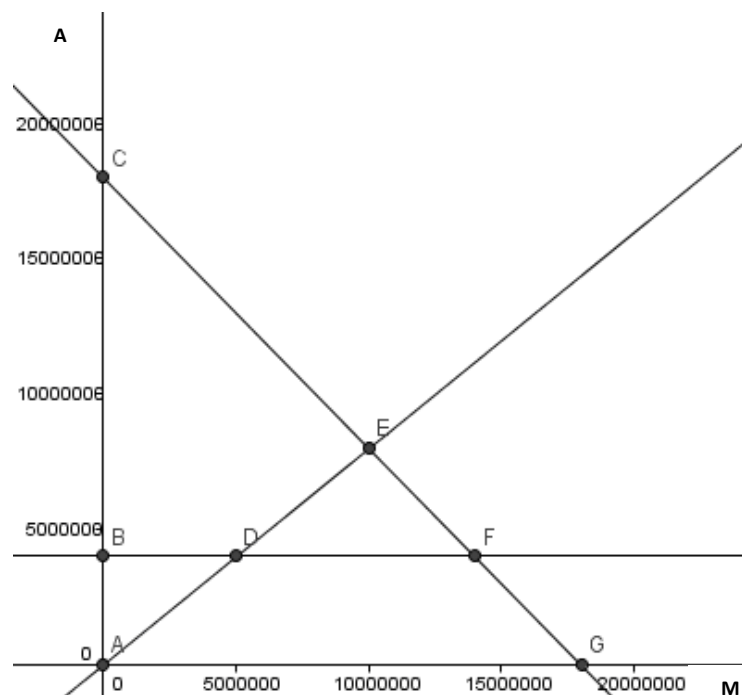
- b) Formule el modelo lineal que permita que la excursión sea lo más económica posible.
- c) Determine la solución óptima y el costo mínimo empleando el método gráfico.

Problema N° 7

Un banco dispone de \$18 millones para ofrecer créditos de mediano o alto riesgo, cobrando una tasa de interés de 0,07 y 0,14 por unidad de tiempo, respectivamente. Las autoridades del banco desean invertir al menos 4 millones en créditos de riesgo alto y no se debe superar la relación de 4 a 5 entre créditos de riesgo alto a medio.

Se solicita:

- a) Defina las variables del problema y plantee el modelo lineal que le permita al Banco maximizar el beneficio obtenido por los créditos otorgados.
- b) Sobre la base de la representación gráfica de este problema que se presenta a continuación:
- 1) Identifique la Región Factible (sombree).
 - 2) Identifique las restricciones limitantes en cada uno de sus vértices y determine sus coordenadas.
 - 3) Grafique la función objetivo.
 - 4) Determine cuánto dinero deberá otorgar en cada tipo de préstamos a fin de maximizar el rendimiento e indique cuál es el rendimiento máximo.



Problema N° 8

Portatel tiene a la venta en esta temporada dos modelos de teléfono celular: DC100 y DX120. Según los registros de la empresa son necesarias 6 horas de tiempo de un vendedor para concretar la venta de un DC100 y 10 horas de tiempo de venta para un DX120. Para las siguientes 8 semanas, tiempo que resta para concluir esta temporada, la empresa cuenta con 1.200 horas de venta y se ha fijado como meta vender por lo menos 50 unidades de cada uno de los modelos.

- a) Muestre, en forma gráfica, la región factible.
- b) Teniendo en cuenta que la empresa obtiene una contribución a la utilidad de \$1.200 para el modelo DC100 y de \$1.500 para un DX120, ¿cuál es la meta óptima de ventas para las siguientes ocho semanas?
- c) Modifique la gráfica obtenida en a) incorporando una nueva restricción que exprese la decisión de la administración de Portatel de vender por lo menos tantos teléfonos DC100 como DX120.
- d) ¿Cuál es la solución óptima para el problema modificado según el inciso c)?
- e) Modifique la restricción incorporada en c) de manera que la misma exprese la decisión de vender igual cantidad de teléfonos DC100 y DX120 y encuentre la solución óptima.

Problema N° 9

La Empresa RODAS se dedica a la fabricación de productos de marroquinería: valijas, carteras, bolsos, etc. En estos momentos planea una producción especial de mochilas para enfrentar la demanda de comienzo del ciclo escolar. En especial piensa lanzar dos líneas: "A", de mochilas clásicas (sin carro y sin dibujo) y "B" de mochilas con carro y con dibujos de personajes infantiles de moda.

La mochila "A" necesita 10 horas de tiempo de mano de obra y 6 unidades de materia prima, mientras que la "B" necesita 5 horas de mano de obra y 7 unidades de materia prima. Cada mochila "A" se vendería a \$1.200 y la "B" a \$1.400. El costo variable de cada una de las mochilas es de \$400 y \$800 respectivamente, el que incluye el adicional que se le paga a los empleados por cada mochila fabricada. Por otra parte, Rodas abona en concepto de remuneraciones mensuales habituales la suma de \$20.000, consideradas como costos fijos.

Con 400 horas de tiempo disponible de mano de obra y 320 unidades de materia prima, ¿cuántas mochilas de cada clase debe fabricar la empresa para maximizar la contribución total?

Se solicita:

- a) Describa el objetivo en forma verbal y defina las variables de decisión del problema.
- b) Formule la función objetivo explicando el valor de cada uno de los coeficientes.

- c) Plantee las restricciones verbalmente y en forma de ecuaciones o inecuaciones lineales, explicando cada una de ellas.
- d) Plantee el problema como un modelo de programación lineal.
- e) Defina las variables de holgura.
- f) Resuelva utilizando el método gráfico y el método simplex.

Problema N° 10

Un pequeño empresario fabrica tres modelos de carteras utilizando cuero, herrajes y mano de obra. El modelo 1 requiere 3 herrajes, 0.20 m de cuero y 4 horas de trabajo. El modelo 2 requiere 3 herrajes, 0.30 m de cuero y 5 horas de trabajo. El modelo 3 requiere 4 herrajes, 0.60 m de cuero y 6 horas de trabajo. La empresa obtiene una contribución de \$600, \$1.040 y \$1.360 por cada modelo, respectivamente. Para iniciar la producción del mes cuenta con 1.020 herrajes, 90 metros de cuero y 940 horas de mano de obra.

Se pide:

- a) Describa el objetivo en forma verbal y defina las variables de decisión del problema.
- b) Plantee el problema como un modelo de programación lineal.
- c) Defina las variables de holgura.
- d) Resuelva utilizando el método simplex.

Problema N° 11

Al gerente de ventas de una fábrica de muebles de oficina se le ha solicitado que cumplimente una orden de escritorios y mesas de reuniones. Para responder a la solicitud, ha consultado al encargado de producción en relación a la disponibilidad de insumos y de horas de taller en la siguiente semana, de manera de calcular el número de escritorios y mesas que puede comprometerse a entregar. El encargado del taller le ha informado que se dispone de 80 pies de madera, 240 horas para carpintería y 144 horas para la terminación del producto, las cuales pueden ser utilizadas para realizar esta orden. Los requerimientos de los insumos por unidad de producto se detallan en la siguiente tabla:

Producto	Pies de Madera	Horas Carpintería	Horas Terminación
Escritorio	2	12	6
Mesa	4	4	6

Sabiendo que la contribución a las utilidades de cada escritorio es de \$1.000 y la de cada mesa de \$1.200, el gerente de ventas desea determinar el número de

escritorios y mesas de reuniones que se puede comprometer a entregar con el propósito de maximizar la contribución total de la orden.

Se pide:

- a) Defina las variables de decisión y plantee el modelo de programación lineal correspondiente.
- b) Resuelva el mismo aplicando el método gráfico y el método simplex.
- c) Considere las siguientes situaciones. Para cada una de ellas modifique el modelo lineal original y resuelva el modificado aplicando los métodos gráfico y simplex:
 - 1) El encargado de Costos, informa que debido a la obtención de un descuento por parte de un proveedor, la Contribución a las Utilidades de cada Mesa de Reuniones aumentará en \$800.
 - 2) Por un conflicto gremial con los empleados del sector Terminación, la disponibilidad de hs de trabajo en el mismo se reduce en 24 hs.
 - 3) Debido a renegociaciones con el proveedor de madera, el encargado de producción informa que no habrá limitaciones en la provisión de madera. Por otra parte, el sindicato de trabajadores del rubro logró en paritarias un acuerdo que implica que la empresa puede contar con la fuerza laboral que necesite y que garantiza a los empleados una cantidad mínima de hs. trabajadas por período de 200 hs. para el sector de carpintería y de 120 hs. para el de terminación.
 - 4) El gerente de ventas recibe una orden especial de un cliente muy importante de la fábrica, solicitando que se le entreguen en la semana siguiente al menos 22 mesas de reuniones. Por cuestiones estratégicas, este pedido deberá producirse en conjunto con la orden considerada.

Problema N° 12

Una empresa textil fabrica dos líneas de ropa; una Línea Sport y una Línea Formal. Ambas líneas deben pasar por dos máquinas para su elaboración. Los requerimientos para la elaboración de cada tipo de producto están dados en la siguiente tabla:

Conceptos	Línea Sport	Línea Formal
Horas de Mano de Obra	6	12
Horas de Maquina A	4	5
Horas de Maquina B	5	3
Ingreso por unidad (\$)	1.200	2.100

Se dispone de 8 operarios que trabajan 45 hs. semanales, 171 hs. de máquina A y 180 hs. de máquina B a la semana.

Se pide:

- a) Defina las variables del problema.
- b) Formule el modelo lineal correspondiente.
- c) Resuelva aplicando el método gráfico.
- d) Resuelva aplicando el método simplex.
- e) Realice nuevamente los incisos b) a d) considerando que el ingreso por unidad de los productos de la Línea Formal es de \$1.500.

Problema N° 13

Una cadena de restaurantes con sucursales en diferentes puntos del país ha inaugurado recientemente una sucursal en la ciudad. Con el propósito de aumentar la clientela, el gerente piensa destinar \$80.000 en publicidad. Ha consultado a un publicista que le ha diseñado un anuncio de 15 segundos para televisión, un anuncio de 40 segundos para radio y un anuncio para un diario de circulación local. El costo de cada uno de estos anuncios es de \$2.000, \$1.000 y \$750, para televisión, radio y diario, respectivamente.

El gerente quiere invertir por lo menos el 15% del presupuesto que destine a publicidad en cada uno de estos medios y que el número de anuncios en radio, sea el doble del número de anuncios en televisión.

El publicista al que ha consultado ha desarrollado un *índice de audiencia por anuncio de publicidad*, de tal manera que a mayor valor del índice, mayor audiencia captada por el anuncio. Si el índice de audiencia es de 80, 43 y 22 por anuncio en televisión, radio y diario de circulación local.

Defina las variables y formule un modelo que le permita al gerente maximizar la audiencia captada.

Problema N° 14

La Administración de un Fondo Común de Inversión dispone de una partida presupuestaria de hasta \$2.500.000 para asignar a distintas alternativas de inversión durante el próximo bimestre.

Los especialistas realizaron un estudio de coyuntura y posibilidades del Mercado de Valores Argentino y determinaron las siguientes inversiones potenciales en pos del mantenimiento de una cartera equilibrada:

Título valor	Carácter inversión	Cantidad máxima de lotes de \$ 100 a mantener en cartera	Rentabilidad media estimada por peso invertido
Letes (Bonos a corto plazo)	Pública	--	0,09
Bonos del Estado a largo plazo	Pública	50	0,23
Acciones de bancos comerciales	Privada	200	0,34

Obligaciones Negociables de empresas petroleras	Privada	30	0,21
Opciones de compra de granos	Privada	--	0,34
Índice Burcap	Mixta	--	0,11

Por regulaciones existentes en el Mercado de Valores en el que se realizará la operación, los diferentes tipos de activos sólo pueden ser adquiridos en lotes de \$100. Por regulaciones de la Comisión Nacional de Valores, los fondos comunes de Inversión y fideicomisos deben tener una cartera en la que los bonos del estado no representen más del 20% de la cartera. Por su parte, la administración responde a un estatuto propio que establece que la proporción de bonos debe ser igual a la proporción de obligaciones negociables.

Los analistas financieros recomendaron que por lo menos el 50% de la inversión total sea en títulos valores emitidos por empresas que se desempeñen en el área privada. Para diversificar el riesgo, los especialistas recomendaron mantener en cartera 2 lotes de bonos del estado por cada lote de \$100 en inversiones mixtas.

Teniendo en cuenta que los administradores del fondo común de inversiones desea maximizar la rentabilidad promedio de la inversión realizada, se pide:

- Identifique las restricciones del problema.
- Defina las variables de decisión.
- Formule el modelo matemático que permita alcanzar el objetivo cumpliendo con las restricciones.
- Expresa el modelo en forma estándar y defina las variables de holgura del mismo.

Problema N° 15

Los Andes S.R.L se especializa en la fabricación de repuestos especiales para motos de gran cilindrada. Para la siguiente semana ha recibido pedidos excepcionalmente grandes que totalizan 480, 500 y 560 unidades de los productos XT, MT, RT que fabrica. Los costos de manufactura para los tres productos son \$380; \$345; y \$330.

Los repuestos se procesan en cuatro máquinas. Los tiempos de producción (en horas) necesarios para fabricar los productos se muestran en la siguiente tabla:

Productos	Máquinas			
	N ° 1	N ° 2	N ° 3	N ° 4
XT	0,18	0,22	0,15	--
MT	--	0,02	0,10	0,25
RT	0,31	0,10	--	0,35

Como solo dispone de 75 horas en cada máquina para la siguiente semana y el departamento de producción no podrá satisfacer la demanda comprometida, se está considerando comprar algunos de estos repuestos a una compañía competidora que tiene la misma calidad en el producto. Si Los Andes compra las partes al competidor externo deberá pagar por cada XT, MT y RT que compre, \$390; \$570 y \$430 respectivamente.

Se solicita:

- a) Defina las variables de decisión.
- b) Plantee un modelo que le permita a Los Andes minimizar los costos de atender la demanda de la semana próxima.
- c) Defina las variables de holgura.

Problema N° 16

El establecimiento La Candelaria ha adquirido un campo al sur de la provincia y desea destinarlo a pastoreo. Es por ello que ha convocado a un especialista de suelo para que examine el terreno y sugiera el tratamiento necesario. Este le aconsejó aplicar por lo menos 360 kg. de nitrógeno, 220 kg. de fósforo y 320 kg. de compuestos de potasio, realizando dos aplicaciones: la primera en este momento y la segunda tres meses después. Además, recomendó que los compuestos de potasio no deben superar los 480 kg.

En el comercio donde habitualmente compra estos productos, le ofrecen dos tipos de fertilizantes preparados: el J-32 que contiene 10% de nitrógeno, 5% de fósforo y 10% de compuestos de potasio y cuesta \$360 la bolsa de 20 kg. y el K-28 que contiene 10% de nitrógeno, 10% de fósforo y 15% de compuestos de potasio y cuesta \$450 la bolsa de 20 kg.

El encargado del establecimiento desea determinar la cantidad de bolsas a adquirir, de manera de combinar los ingredientes y formar la mezcla que cumpla con los requerimientos del especialista para la primera aplicación (que corresponde al 50% del total a aplicar), gastando lo menos posible.

Se solicita:

- a) Defina las variables de decisión.
- b) Plantee el modelo lineal del problema.
- c) Determine la solución óptima aplicando el método gráfico.

Problema N° 17

Una industria de alimentos integrales fabrica tres tipos de combinaciones de cereales, que se venden a mayoristas, los cuales a su vez los venden fraccionados a pequeños comerciantes. Los tres tipos son: Dulcitos, Chocorricos, y Energético. Se venden a \$60, \$88 y \$140 por kilo, respectivamente. Cada mezcla requiere los

mismos ingredientes: arroz, avena y pasas. Los requerimientos de cada mezcla son:

- Dulcitos: 10% de cada ingrediente como mínimo.
- Chocorricos: Cuando menos 15% de cada ingrediente.
- Energético: cuando menos 20% de pasas y no más de 25% de arroz.

La disponibilidad semanal de estos ingredientes es como máximo de 850 kilos de arroz, 1.500 de pasas y 2.400 de avena. Los costos de los insumos son: arroz: \$30 por kilo, pasas: \$50 por kilo y avena: \$20 por kilo. Para la fabricación de las mezclas se incurre en un costo fijo de \$4.000. Por otra parte la cantidad producida de Dulcitos no debe superar el 20% de la producción total.

Defina las variables de decisión y las variables de holgura, y plantee un modelo que permita maximizar la contribución a las utilidades.

Problema N° 18

“Su Mueble” es una carpintería de la ciudad que fabrica mesas y sillas de roble. Las necesidades de materia prima en pies tabla de madera son de 70 para una mesa y 45 para una silla. Cuesta \$4,5 el pie de madera y se pueden conseguir 60.000 pies al mes. Se necesitan dos horas de trabajo para producir una mesa o una silla sin terminar. Con tres horas más de trabajo (realización de lustre) una mesa sin terminar se convierte en una mesa terminada. Son necesarias dos horas de trabajo para terminar una silla (una hora para lustre y una para tapizado). Se dispone de 5.000 horas de trabajo por mes. El costo de los materiales para el lustrado de una mesa es de \$450 y el de los materiales para tapizar y lustrar una silla es de \$360.

Todos los muebles producidos se pueden vender a los siguientes precios unitarios:

- Mesa sin terminar	\$ 1.200
- Mesa terminada	\$ 2.500
- Silla sin terminar	\$ 320
- Silla terminada	\$ 800

“Su Mueble” tiene la política de fabricar por lo menos cuatro sillas por cada mesa, tanto terminadas como sin terminar.

Formule un modelo que le permita a Su Mueble maximizar la contribución a la utilidad de la producción de mesas y sillas de roble.

Problema N° 19

Un supermercado atiende al público desde las 10:00 hs. hasta las 22:00 hs.. El gerente de administración está tratando de determinar la cantidad de Cajeras que debería tener el supermercado, de manera tal que se cumplan los requisitos en relación a que las cajas deben estar habilitadas durante el día con la menor

dotación de personal posible. Luego de analizar información de un estudio realizado recientemente, confeccionó el cuadro que se presenta a continuación, especificando las cantidades de cajeras que como mínimo debían estar en actividad durante intervalos de dos horas.

Las cajeras realizan turnos de 6 horas corridas y los turnos comienzan a las 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas.

Hora	Nº mínimo de cajeras necesarias
10:00 - 12:00	10
12:00 - 14:00	24
14:00 - 16:00	20
16:00 - 18:00	17
18:00 - 20:00	23
20:00 - 22:00	28

Se pide:

- Formule un modelo que permita cumplir con las restricciones impuestas minimizando la dotación de cajeras.
- ¿Qué modificación se produciría en el modelo planteado en a), si se pudieran contratar hasta 10 cajeras más, que trabajen en turnos de 4 horas corridas?

Problema Nº 20

Una empresa que se dedica a la venta de camperas, tiene tres fábricas localizadas en distintas provincias. Las fábricas se identifican por zona, norte, centro y sur. Los costos de fabricación de cada campera difieren en cada fábrica y son de \$600 en la zona norte y de \$1.000 y \$1.200 en las zonas centro y sur, respectivamente.

La empresa provee a 4 tiendas de ropa. El precio de venta varía según el cliente siendo de \$1.500, \$1.900, \$2.100 y \$2.500 para los clientes 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Los costos (en pesos) de transportar cada campera desde las fábricas a las tiendas, y la información referida a los pedidos de estas últimas y a los niveles de producción de las fábricas por mes, se detallan en la tabla siguiente.

FÁBRICAS	TIENDAS				Producción (unidades)
	1	2	3	4	
Zona norte	30	10	30	100	600
Zona centro	50	20	10	90	720
Zona sur	60	10	50	40	600
Pedidos (unidades)	400	500	600	420	

Se solicita:

- a) Defina las variables de decisión y formule un modelo que le permita a la empresa minimizar el costo de transportar las camperas de las fábricas a las tiendas.
- b) Defina las variables de decisión y formule un modelo que le permita a la empresa maximizar la utilidad de la fabricación y venta de las camperas.

Problema N° 21

ARCOA analiza lanzar a la venta dos nuevos sabores de jugos concentrados a base de proteína de soja: Frutas Tropicales y Multifrutal. Un litro de Frutas Tropicales se produce mezclando 100 cm^3 de jugo de naranja, 80 cm^3 de jugo de ananá, 80 cm^3 de jugo de frutilla y 740 cm^3 de leche de soja. Un litro de Multifrutal se produce mezclando 50 cm^3 de jugo de naranja, 120 cm^3 de jugo de ananá, 150 cm^3 de jugo de papaya y 680 cm^3 de leche de soja. Los precios de venta que se han determinado por litro de los dos sabores son de \$16,2 para Frutas Tropicales y de \$18 para Multifrutal.

Los administradores de ARCOA creen que se pueden vender 4.000 litros de jugo sin hacer publicidad. Para estimular la demanda se pueden contratar comerciales de televisión a \$1.800 el minuto. El especialista en publicidad consultado estima que por cada minuto de publicidad que se contrate, la demanda de jugos aumenta en 600 litros. Se cuenta con un presupuesto para publicidad de estos nuevos productos de \$ 13.500.

Actualmente tiene comprometidos 1.000 litros de Frutas Tropicales con distintos distribuidores. Cuenta para encarar la producción con 800 litros de jugo de naranja, 800 litros de jugo de ananá, 500 litros de jugo de papaya y 500 litros de jugo de frutilla. No tiene limitaciones con respecto a la leche de soja.

Se pide:

- a) Determine el objetivo e identifique las restricciones del problema.
- b) Defina las variables de decisión.
- c) Plantee el modelo correspondiente indicando las unidades de medida de las funciones formuladas.
- d) Incorpore y defina las variables de holgura.

Problema N° 22

El Comité de Asignaciones de una provincia debe decidir cómo distribuir una partida presupuestaria de \$16.860.000 enviada por el Gobierno, para paliar la situación de emergencia que produjeron las inundaciones en la zona.

Se realizó un censo para evaluar la cantidad de productores afectados y la magnitud de los daños producidos. En función al mismo se clasificaron los productores en seis categorías diferentes y se determinaron los montos a pagar a

cada productor según su categoría. En la tabla siguiente se presentan los datos del censo y los importes a pagar a cada productor que resulte beneficiado con el subsidio.

CATEGORÍA	Cantidad de productores	Subsidio en Miles de Pesos
Tamberos con tambos automáticos	20	150
Tamberos con tambos manuales de hasta 80 vacas	32	75
Tamberos con tambos manuales de más de 80 vacas	18	120
Productores agropecuarios sin maquinaria	25	200
Productores agropecuarios con maquinaria	15	240
Familias dedicadas a la cría de animales de corral y huertas	110	50

El Gobierno ha establecido que se beneficie a por lo menos el 50% de las familias y no más del 40% de los productores agropecuarios damnificados. Por su parte la Comisión ha dispuesto que la partida asignada a las explotaciones industrializadas (con maquinaria y tambo automático) no debe superar a la asignada a las explotaciones sin maquinaria, y que la proporción de productores con tambos manuales de hasta 80 vacas a subsidiar, debe ser igual a la de productores con tambos manuales de más de 80 vacas.

Defina las variables de decisión y plantee un modelo que le permita a la comisión favorecer a la mayor cantidad de productores.

Problema N° 23

Un productor agropecuario posee un tambo con 50 vacas lecheras, estimando una utilidad por la producción de leche por vaca para el próximo trimestre de \$1.900.

Dada la situación de inestabilidad que periódicamente afecta a la actividad lechera, considera la posibilidad de vender los animales y utilizar ese dinero para cultivar maíz. Evalúa, sin embargo, mantener por lo menos 15 vacas con el propósito de no abandonar la actividad tambera definitivamente.

Cada hectárea de maíz a sembrar requiere realizar una inversión inicial de \$15.000 y se estima que se obtendrá una utilidad (descontados los costos) de \$5.000 (valor presente neto). El ingreso neto por la venta de cada vaca es hoy de \$32.500.

Cuenta con 100 hectáreas que destinaría a la producción de leche y/o de maíz en el próximo trimestre. Cada vaca lechera necesita 1,5 hectáreas para pastura en el trimestre.

Dispone de 2.500 horas de mano de obra durante el trimestre, de las que puede destinar no más de 1.800 a la operación solo del tambo durante el trimestre y hasta 1.950 para la producción solo de maíz en el mismo período. Por cada vaca que se destina a la producción de leche son necesarias 20 horas de mano de obra

en el trimestre y se requieren 30 horas de trabajo en el trimestre por cada hectárea que se destina al cultivo de maíz.

El productor no posee dinero en el momento para iniciar la siembra de maíz, por lo que para hacer frente a la inversión deberá recurrir a la suma que obtenga por la venta de los animales.

Se desea determinar la combinación de producción a realizar para obtener la máxima utilidad posible, cumpliendo con todas las restricciones planteadas.

- a) Defina el objetivo en forma verbal.
- b) Defina las variables de decisión del problema.
- c) Plantee la función objetivo explicando el valor de cada uno de los coeficientes.
- d) Plantee las restricciones, en forma verbal y en forma de ecuaciones o inecuaciones lineales, explicando cada una de ellas.
- e) Plantee el problema como un modelo de programación lineal.
- f) Defina el significado de las variables de holgura.

Problema N° 24

“Las Delicias” se dedica exclusivamente a la elaboración de distintas clases de tortas: común, especial “Delicias” y de aniversario. El precio de venta de las tortas es de \$180, \$400 y \$680, la unidad, respectivamente. Teniendo en cuenta el análisis de las ventas del último año, el dueño considera que puede venderse todo lo que se elabore.

Cada clase de torta requiere distinta cantidad de tiempo de trabajo y distintos insumos: una torta común necesita una hora de trabajo; la torta especial se obtiene utilizando dos tortas comunes, más dos horas de trabajo; utilizando una torta especial más tres horas de trabajo, se obtiene una torta de aniversario. Considerando, que en este momento cuentan con tres empleados, que trabajan 45 horas por semana cada uno, y que no se pueden vender las tortas comunes que se utilizan para la elaboración de especiales y tampoco se pueden vender las tortas especiales que se utilizan en las de aniversario:

- a) Defina las variables de decisión del problema.
- b) Formule un modelo que permita maximizar los ingresos.

Problema N° 25

Una fábrica de quesos tiene la posibilidad de conseguir 800.000 litros de leche para la producción de quesos y ricota de leche en el mes de Marzo.

La producción está compuesta por los siguientes quesos: Cremoso, Barra, Sardo y Port Salut, además de Ricota.

Para la producción de quesos, se debe hacer un desnatado a la leche que genera por un lado los kilos de queso que buscamos y por otro la ricota. Por cada litro de leche se pueden producir algunas de las siguientes combinaciones:

- 0,145 kg de cremoso y 0,005 kg de ricota
- 0,085 kg de barra y 0,009 kg de ricota
- 0,070 kg de sardo y 0,007 kg de ricota
- 0,050 kg de Port Salut y 0,012 kg de ricota

Los precios de venta por kilo son: cremoso \$130; Barra \$140; Sardo \$180; Port Salut \$150 y la ricota \$60. El costo por litro de leche es de \$10.

Sabiendo que todo lo que se produzca se puede vender, ¿cómo sería la distribución de litros de leche para cada tipo de queso de manera que se obtengan los mayores beneficios, teniendo en cuenta que existen las siguientes restricciones adicionales:

- Producción mínima: Cremoso: 75.000 kg.; Barra: 15.000 kg.; Sardo: 150 kg.
- Producción máxima: 500 kg. de Sardo; 300 kg. de Port Salut.

Se pide:

- a) Identifique el objetivo y las restricciones en forma verbal.
- b) Defina las variables de decisión del problema.
- c) Plantee el problema utilizando un modelo de Programación Lineal, identificando las unidades de medida de cada una de las funciones planteadas.
- d) Indique el significado de c/u de las variables de holgura.

Problema N° 26

Una compañía quiere construir un dique, para lo cual, necesita elaborar el hormigón a partir de la mezcla de distintos materiales (granza, arena, etc.) en el lugar de construcción del dique. La siguiente tabla muestra las cantidades disponibles y los costos por m^3 de cada material, además de los costos de transportar el material al área del dique.

Tipo de material	Cantidad disponible (m^3)	Costo del material (\$/ m^3)	Costo de transporte (\$/ m^3)
A	8.000	7.800	5.200
B	16.000	8.900	7.500
C	9.000	5.700	3.900

Para su construcción se necesita utilizar hormigón de dos tipos de dureza. A continuación se presentan los requisitos que tiene que cumplir cada mezcla de hormigón:

Mezcla 1: contener como máximo un 50% de los materiales A y B a la vez, al menos un 15% del material B, y del material C, al menos 2,5 veces lo que contiene del material A.

Mezcla 2: contener al menos el 20% del material A, y del material C, al menos la mitad de A y B juntos.

La siguiente tabla muestra las cantidades mínimas requeridas de cada mezcla.

Tipo de hormigón	Cantidad mínima requerida (m ³)
Mezcla 1	9.000
Mezcla 2	15.000

Se solicita:

Defina las variables y formule un modelo que le permita a la compañía producir la cantidad necesaria de hormigón de cada tipo con el menor costo posible.

Problema N° 27

Una concesionaria ofrece actualmente tres líneas de vehículos de una determinada marca: compactos, familiares y deportivos, en dos versiones: base y full.

Las líneas familiar y deportivo exigen mayor tiempo de ventas, sin embargo generan mayores utilidades. De la experiencia previa se ha determinado que se requieren 16, 20 y 30 horas hombre de personal de ventas por cada operación para las líneas respectivas. El área de personal ha informado que los 3 vendedores de la empresa trabajan 40 hs. semanales en promedio.

Con el objeto de ofrecer tiempos de entrega razonables a los clientes, la concesionaria ordena a la terminal automotriz al menos diez automóviles de cada línea por bimestre. Para reflejar que se venden más vehículos de la versión base que de la full, cuando se realizan los pedidos se establece una proporción de 8 a 2 en cada una de las líneas.

La concesionaria ha determinado que la utilidad para cada vehículo compacto es de \$25.000, en tanto que para los vehículos familiares y deportivos es de \$40.000 y \$75.000 respectivamente para la versión base, existiendo un adicional de \$10.000 en todos los casos, para las versiones full. Teniendo en cuenta que la concesionaria quiere maximizar las utilidades, se pide:

- Defina las variables de decisión del problema.
- Formule un modelo lineal que permita alcanzar el objetivo cumpliendo las restricciones. Identifique en cada caso, la unidad de medida de cada una de las funciones.
- Defina las variables de holgura correspondientes.

Nota: Considere que el mes tiene 4 semanas.

Problema N° 28

Química Sol S.A. produce dos tipos de compuestos muy utilizados en la industria agropecuaria, el compuesto CI y el compuesto CII.

Estos compuestos se pueden fabricar utilizando dos procesos manufactureros diferentes. El proceso I requiere 2 horas de mano de obra y 1 Kg. de materia prima para producir 200 grs. de CI y 100 grs. de CII. El proceso II requiere 3 horas de mano de obra y 2 kg. de materia prima para producir 300grs. de CI y 200 grs. de CII.

Para el siguiente periodo de producción, *Química Sol* dispone de 240 horas de mano de obra y 160 Kgs. de materia prima. La demanda de CI es ilimitada, pero se pueden vender solamente hasta 200 paquetes de 100 grs. de CII. Se vende cada paquete de 100 grs. de CI a \$160 y cada paquete de 100 grs. de CII a \$140. Todo el compuesto CII producido y no vendido se debe desechar con un valor de recuperado de \$30 por cada 100 grs.

Se pide:

- a) Realice un diagrama del proceso.
- b) Defina las variables y formule un PL para maximizar los ingresos netos de costos de desechos de *Química Sol S.A.*

Problema N° 29

La empresa *Sur S.A.*, desea optimizar la administración semanal de su capital de trabajo. Para poder afrontar sus pasivos de corto plazo deberá hacer líquidos algunos de sus activos financieros. Los compromisos de pago que posee para esta semana son: Cheques a pagar \$15.600, pago a proveedores \$32.520,35 y pago de impuestos \$4.500. Para afrontar sus pagos puede:

- Utilizar fondos de la Cuenta Corriente bancaria con un costo de 0,6% sobre el monto debitado en concepto de impuesto a los débitos bancarios. Actualmente el saldo disponible de su cuenta corriente es de \$15.000.
- Retirar de forma anticipada cuotas de sus participaciones en Fondos Comunes de Inversión con un costo del 0,1% sobre el monto total retirado. Es importante mencionar que el número de cuotas partes colocadas en fondos comunes de inversión asciende a 1.000 cuota-partes con una cotización de \$8,27 cada una.
- Usar el dinero en efectivo que está en su caja fuerte, lo que no tiene un costo financiero explícito. Después de realizar un arqueo, el Tesorero informó que el dinero en efectivo disponible para la semana en caja fuerte ascendería a \$17.520,55.
- Descontar cheques que tiene en cartera, con un costo financiero de 1,7% sobre el monto, por todo concepto. Actualmente el importe de cheques en cartera que son aceptables para su descuento, asciende a \$18.000.

Por estatuto social y por política del negocio tiene algunas limitaciones que debe contemplar:

- Debe quedar un saldo final mínimo de efectivo de \$2.700.

- El saldo final en cuenta corriente no puede ser inferior al 20% del importe de los cheques a pagar y debe ser de al menos 2 veces el saldo final de dinero mantenido en efectivo.

Si el objetivo de la empresa es minimizar los costos financieros de administrar su capital de trabajo:

- Defina las variables de decisión del problema.
- Identifique las restricciones y enúncielas en forma verbal.
- Formule el modelo matemático indicando la unidad de medida de cada una de las funciones planteadas.

Nota: Los importes están expresados a valores actuales y los valores de cotización de las cuotas partes de fondos comunes de inversión se consideran netos de costos y comisiones.

Problema N° 30

Resuelva los siguiente problemas de programación lineal utilizando el método simplex, si están planteados en forma canónica. En caso de corresponder, soluciónelos aplicando el método gráfico. Comente las soluciones obtenidas.

a) $\text{Max } (z) = 50 x_1 + 60 x_2 + 20 x_3$

S.a.:

$$\begin{aligned} 2 x_1 + 4 x_2 &\leq 60 \\ 2 x_1 + x_2 + 2 x_3 &\leq 36 \\ x_1 + 3 x_2 + 3 x_3 &\leq 66 \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

b) $\text{Max } (z) = 50 x_1 + 10 x_2$

S.a.:

$$\begin{aligned} 20 x_1 + 10 x_2 &= 60 \\ 10 x_1 + 10 x_2 &\leq 40 \\ 10 x_1 + 20 x_2 &\geq 50 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

c) $\text{Max } (z) = 10 x_1 + 6 x_2$

S.a.:

$$\begin{aligned} 8 x_1 + 4 x_2 &\leq 24 \\ 8 x_1 + 2 x_2 &\leq 20 \\ 2 x_1 + 2 x_2 &\leq 8 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

d) $\text{Max } (z) = 4 x_1 + 6 x_2$

S.a.:

$$\begin{aligned} x_1 + 0,5 x_2 &\leq 8 \\ 2 x_1 + 6 x_2 &\geq 72 \\ 2 x_1 + 2 x_2 &= 10 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

e) $\text{Max } (z) = 8 x_1 + 4 x_2$

S.a.:

$$\begin{aligned} 7 x_1 + 7 x_2 &\leq 49 \\ 10 x_1 + 5 x_2 &\leq 50 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

f) $\text{Max } (z) = 20 x_1 + 10 x_2$

S.a.:

$$\begin{aligned} 2 x_1 - x_2 &\leq 50 \\ 4 x_1 - 8 x_2 &\leq 20 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Problema N° 31

1. Dado el modelo matemático del Problema N° 10:

$$\text{Max } 600 M1 + 1.040 M2 + 1.360 M3 \quad (\text{Contribución Total a la Utilidad})$$

$$\text{S.a: } 3 M1 + 3 M2 + 4 M3 \leq 1020 \quad (\text{Número de herrajes})$$

$$0,2 M1 + 0,3 M2 + 0,6 M3 \leq 90 \quad (\text{Metros de cuero})$$

$$4 M1 + 5 M2 + 6 M3 \leq 940 \quad (\text{Hs de mano de obra})$$

Todas las variables no negativas

Donde:

M1: Número de carteras del Modelo 1 a producir

M2: Número de carteras del Modelo 2 a producir

M3: Número de carteras del Modelo 3 a producir

y el siguiente cuadro Simplex:

		C(j)						
C(i)	Base	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
		420	1,667	1	0	1	-6,667	0
		150	0,333	0,5	1	0	1,667	0
		40	2	2	0	0	-10	1
	Z(j)							
		C(j)-Z(j)						

- a) Complete el cuadro con los valores faltantes.
- b) Defina las variables de holgura para el problema.
- c) Indique la solución y explique su significado.
- d) Interprete para este problema: $\lambda_{22} - \lambda_{11} - \lambda_{35} - Z_2 - (C_5 - Z_5)$.
- e) Si fuera posible encontrar otra solución, ¿cuál sería el valor de la función económica y cuál el valor de las variables en la nueva solución? **No realice otra tabla simplex e indique las fórmulas que emplea para obtener los datos.**

2. Dado el modelo matemático del Problema N° 11:

$$\text{Max}(Z) = 1.000 X1 + 1.200 X2 \quad (\$ \text{ de Cont. Total a las Utilidades})$$

Sujeto a:

$$2 X1 + 4 X2 \leq 80 \quad (\text{Pies de madera})$$

$$12 X1 + 4 X2 \leq 240 \quad (\text{Horas de Carpintería})$$

$$6 X1 + 6 X2 \leq 144 \quad (\text{Horas de Terminación})$$

$$X1; X2 \geq 0$$

Donde:

X1: número de escritorios a producir en la semana

X2: número de mesas de reuniones a producir en la semana

y el siguiente cuadro Simplex:

		C_j					
C_i	Base	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
		20	1/2	1		0	
		160	10		-1		
	S_3	24	3		-3/2	0	
	Z_j		600				
	C_j-Z_j				-300		

Se pide:

- Defina las variables de holgura para el problema.
- Complete el cuadro con los valores faltantes.
- A partir de la tabla simplex indique la solución, clasifíquela y explique su significado económico.
- Interprete para este problema: $\lambda_{11} - \lambda_{13} - \lambda_{33} - Z_1 - (C_3 - Z_3)$.
- ¿Se puede encontrar otra solución mejor que la actual?, en este caso ¿cuál será el valor de la función económica y cuál el valor de las variables en la nueva solución? **No realice otra tabla simplex e indique las fórmulas que emplea para obtener los datos.**
- A partir de la solución presentada en la tabla simplex analice que ocurriría si:
 - Se deseara producir 6 escritorios.
 - Se deseara producir 9 escritorios.

Problema N° 32

Adriana ha comenzado su micro-emprendimiento "La Pastelería de Adriana". Por el momento sólo produce masitas secas saladas y dulces como únicos productos y las vende a \$200 y \$300 el kg de cada una respectivamente, con lo que se asegura la venta de todas las masitas producidas. Para la producción necesita considerar tres ingredientes básicos como limitantes: harina, levadura y manteca. La disponibilidad semanal de estos ingredientes es de 50 kg de harina, 800 gr de levadura y una caja de 20 kg de manteca.

De su análisis de la demanda ha determinado que la producción de masas dulces nunca debe superar el 30% de la producción total.

Con esta información y sus conocimientos de Programación Lineal cuando cursó en la facultad ha planteado el siguiente modelo:

$$\text{MAX } 200 X_1 + 300 X_2$$

Sujeto a:

$$9/10 X_1 + 7/10 X_2 \leq 50$$

$$8 X_1 + 4 X_2 \leq 800$$

$$0 X_1 + 1/5 X_2 \leq 20$$

$$-3/10 X_1 + 7/10 X_2 \leq 0$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Se pide:

- a) Analice la formulación dada y responda:
 - 1) ¿cómo ha definido Adriana las variables de decisión? y ¿cuál es el significado de cada variable de holgura?
 - 2) ¿Se encuentra reflejada en el planteamiento, la limitación en la cantidad a producir de masitas saladas? En caso de estarlo, identifique cuál es la restricción correspondiente. En caso contrario, continúe con el problema que ha formulado Adriana.
- b) Grafique el poliedro convexo de soluciones posibles del problema.
- c) Grafique la función objetivo y exprese la solución óptima y el valor de la función objetivo en la solución óptima.
- d) En el gráfico ¿existe alguna solución posible básica degenerada? Si así fuera, indique cuál es y por qué considera que es degenerada.
- e) Complete la tabla simplex que se presenta a continuación, con la información pertinente que pueda extraer del gráfico y aplicando sus conocimientos sobre el método simplex, sabiendo que es la tabla de la solución óptima y que X_3, X_4, X_5 y X_6 representan a las variables de holgura de la 1º, 2º, 3º y 4º restricción.

Tabla 3

		Cj →						
Ci	Base	Solución	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
		41,667			0,833			-0,833
		395,238			-8,095			2,381
		16,429			-0,071			-0,214
		17,857			0,357			1,071
	Z	13690,47			273,810			
		Cj - Zj			-273,810			

- f) Describa claramente el significado económico de los valores de la tabla que se encuentran remarcados.
- g) Complete los datos faltantes en el siguiente reporte:

VALOR DE LA FUNCIÓN OBJETIVO

1) 13.690,47

VARIABLE	Valor	Costo reducido
X1	_____	_____
X2	_____	_____

RESTRICCIÓN	Holgura/excedente	Precio Sombra
2)	_____	_____
3)	_____	_____
4)	_____	_____
5)	_____	_____

h) Realice un informe para Adriana que incluya como mínimo las cantidades a producir de cada producto, los insumos que debería adquirir cada semana, a cuánto ascenderá su ingreso semanal y toda otra información que considere pertinente. Incluya también su consideración respecto de la siguiente situación planteada por Adriana: El proveedor de harina le ofreció entregarle esta semana, más kilos de harina que los 50 que le entrega habitualmente. ¿Le conviene comprar más harina? ¿Por qué?

Problema N° 33

Un importante vivero mayorista de nuestra localidad, ha lanzado a la venta una nueva línea de productos, ofreciendo a sus clientes tres tipos de fertilizante de uso industrial que, por cuestiones de practicidad llamaremos Fertilizante 1, Fertilizante 2 y Fertilizante 3. Estos fertilizantes se elaboran a partir de Fosfato, Potasio y otros compuestos orgánicos que luego son procesados en una máquina especial. Las especificaciones de los insumos necesarios por toneladas de fertilizante a producir se detallan en la siguiente tabla:

		Productos		
		F ₁	F ₂	F ₃
	Tn Fosfato	0,50	0,40	0,30
Insumos	Tn Potasio	0,20	0,25	0,30
	Hs Máquina	1,5	2,5	2

El encargado de producción informó al dueño del vivero que la disponibilidad mensual de Fosfato es 120 tn, y que también se disponen 90 tn de Potasio y 450 hs. Máquina por mes, siendo posible conseguir cualquier cantidad que se requiera

de compuestos orgánicos. Se ha podido determinar que la contribución a las utilidades por tn de fertilizante vendido es de \$450, \$400 y \$600.

Con el propósito de determinar el plan de producción y venta de los fertilizantes que maximice la contribución total a las utilidades, un estudiante de Métodos Cuantitativos comenzó a trabajar con el problema. Sobre la base de las notas que elaboró, se pide:

a) Complete los espacios en blanco que dejó al definir las variables y formular el problema:

Definición de Variables:

F₁: _____ Fertilizante 1 _____ en el mes

F₂: _____ Fertilizante 2 _____ en el mes

F₃: _____ Fertilizante 3 _____ en el mes

Planteo matemático:

Max z = _____ (\$ de Contribución Total a la Utilidad)

Sujeto a:

_____ (Tn de Fosfato)

_____ (Tn de Potasio)

_____ (Horas Máquina)

$$F_1, F_2, F_3 \geq 0$$

Las variables de holgura se definen como:

S₁: _____ de Fosfato _____ en el mes

S₂: _____ de Potasio _____ en el mes

S₃: _____ de Máquina _____ en el mes

b) Aplicando el método simplex obtuvo la siguiente tabla:

			F ₁	F ₂	F ₃	S ₁	S ₂	S ₃
		C _j	450	400	600	0	0	0
C _b	Base	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
450	F1	190,90	1	0,09	0	3,64	0	-0,54
0	S2	27,27	0	-0,12	0	0,09	1	-0,16
600	F3	81,82	0	1,18	1	-2,73	0	0,91
	Z _j	135.000	450	750	600	0	0	300
	C _j - Z _j		0	-350	0	0	0	-300

- 1) Indique el plan de producción actual.
- 2) Clasifique la solución.
- 3) ¿Qué significa el valor 0,91 ubicado en la celda de la tercera fila de la base, asociado al vector P₆? y ¿qué significa el valor -0,122 ubicado en la celda de la segunda fila de la base, asociado al vector P₂?

- 4) ¿Cómo se interpreta el valor $C_6 - Z_6$?
 - 5) ¿Es posible ingresar alguna variable a la base? En caso afirmativo, indique ¿qué variable es candidata a ingresar a la base? ¿qué variable debe salir de la base?
 - 6) Sin realizar otra iteración simplex, indique los cambios que se producirán en el plan de producción actual si el vivero decidiera fabricar el fertilizante 2.
 - 7) Sin realizar otra iteración Simplex, indique los cambios que se producirán sobre la solución actual si el vivero debiera generar un sobrante de Tn de Fosfato.
- c) Plantee el problema Dual del modelo lineal analizado. Encuentre y analice la solución óptima del problema Dual a partir de solución óptima del primal.
- d) Sobre la base del reporte de solución y sensibilidad que obtuvo el estudiante (Lindo – Solver de Excel), responda:
- 1) ¿La empresa estaría dispuesta a contratar horas máquinas adicionales? Si las horas máquinas adicionales implican pagar un precio de \$150 por encima de lo que paga actualmente, ¿le convendría?
 - 2) Si su proveedor de fosfato le ofreciera 15 tn adicionales manteniendo los precios originalmente pactados, ¿cuál sería la decisión del gerente? ¿Aceptaría comprar estas toneladas? ¿Hasta cuántas toneladas podría comprar? ¿Qué efecto tendrá la decisión sobre la contribución a las utilidades?
 - 3) ¿Qué sucedería si el vivero se viera obligado a producir 20 tn de fertilizante 2? ¿cuál sería el plan de producción en este caso?
 - 4) ¿Cuál debe ser el aumento en la contribución a las utilidades para que resulte conveniente producir F2?

Reporte obtenido con LINDO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			OBJ COEFFICIENT RANGES			
1) 135000			VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	F1	450.00	549.99	0.00
F1	190.91	0.00	F2	400.00	350.00	INFINITY
F2	0.00	350.00	F3	600.00	0.00	296.16
F3	81.82	0.00	RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2)	0.00	0.00	2	120.00	30.00	52.50
3)	27.27	0.00	3	90.00	INFINITY	27.27
4)	0.00	300.00	4	450.00	166.66	90.00
NO. ITERATIONS = 1						

Reporte obtenido con SOLVER

Nombre	Valor original	Valor final
Contrib.Total	0	135000

Celdas de variables

Nombre	Valor original	Valor final
F1	0	190,91
F2	0	0
F3	0	81,82

Restricciones

Nombre	Valor de la celda	Estado	Demora
Tn. Fosfato	120	Vinculante	0
Tn. Potasio	62,73	No vinculante	27,27
Hs. Máquina	450	Vinculante	0

Celdas de variables

Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
F1	190,91	0	450	549,99	0
F2	0	-350	400	350	1 E+30
F3	81,82	0	600	0	296,16

Restricciones

Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Tn. Fosfato	120	0	120	30	52,5
Tn. Potasio	62,73	0	90	1 E+30	27,27
Hs. Máquina	450	300	450	166,66	90

Problema N° 34

Considere el Problema N° 12. Sobre la base del modelo siguiente:

$$\text{Max } z = 1.200 x_1 + 2.100 x_2$$

Sujeto a :

$$6 x_1 + 12 x_2 \leq 360$$

$$4 x_1 + 5 x_2 \leq 171$$

$$5 x_1 + 3 x_2 \leq 180$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Donde x_1 : unidades de la Línea Sport a elaborar en una semana.

x_2 : unidades de la Línea Formal a elaborar en una semana.

Se pide:

- Analice el significado de la función objetivo y de las restricciones. Defina las variables de holgura.
- Plantee el problema Dual correspondiente y defina las variables principales duales.

c) A continuación se presenta la tabla simplex final de este problema primal:

		Cj →	1.200	2.100	0	0	0
Ci	Base	Solución	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
		23	0	1	0,222	-0,333	0
		14	1	0	-0,278	0,667	0
		41	0	0	0,722	-2,333	1
	Zj	65.100	1.200	2.100	133,333	100	0
	Cj - Zj		0	0	-133,333	-100	0

- 1) Complete el cuadro.
- 2) Indique la solución óptima del problema. Clasifíquela justificando adecuadamente.
- 3) Obtenga la solución del problema dual planteado en b).
- d) Trabaje con el reporte de solución y sensibilidad que prefiera de los que se suministran a continuación y responda las siguientes preguntas del dueño de la empresa:
 - 1) ¿Conviene alquilar horas máquina? Si su respuesta es afirmativa indique ¿Cuántas horas y hasta qué precio podría pagar por cada hora adicional de alquiler? ¿Qué cambios se producirían en la solución óptima y en el ingreso si se contrataran 12 horas de máquina B?
 - 2) ¿Qué modificaciones se producirían en el nivel de ingreso, en la mezcla de productos a fabricar y en las cantidades a producir, si:
 - 2.1) Aumenta el precio del producto de la línea formal en un 10%.
 - 2.2) Disminuye el precio del producto de la línea sport en un 15%.
 (Recuerde que las modificaciones deben analizarse en forma independiente, una a la vez)
 - 3) ¿Convendría ofrecerles a los empleados trabajar horas extras a un precio de \$100 la hora? ¿Cuántas horas extras podría hacerlos trabajar abonando ese precio por hora? ¿Qué modificación se produciría en la solución óptima y en el ingreso de la empresa si contrata el máximo de horas que podría contratar a ese precio?

Reporte obtenido con LINDO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			OBJ COEFFICIENT RANGES			
1) 65100			VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	X1	1200	479.99	150.00
X1	14.00	0.00	X2	2100	300.00	600.00
X2	23.00	0.00	RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2)	0.00	133.33	2	360	50.39	56.77
3)	0.00	100.00	3	171	17.57	21.00
4)	41.00	0.00	4	180	INFINITY	41.00

Reporte obtenido con SOLVER

Celda objetivo (Máx.)

Nombre	Valor original	Valor final
Ingreso Total	0	65100

Celdas de variables

Nombre	Valor original	Valor final
X1	0	14
X2	0	23

Restricciones

Nombre	Valor de la celda	Estado	Demora
C1	360	Vinculante	0
C2	171	Vinculante	0
C3	139	No vinculante	41

Celdas de variables

Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
X1	14	0	1200	480	150
X2	23	0	2100	300	600

Restricciones

Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
C1	360	133,33	360	50,4	56,77
C2	171	100	171	17,57	21
C3	139	0	180	1E+30	41

Problema N° 35

Dado el modelo matemático del Problema N° 10:

Max z = 600 M1 + 1.040 M2 + 1.360 M3 (Contribución total a las utilidades)

Sujeto a: 3 M1 + 3 M2 + 4 M3 ≤ 1.020 (N° de Herrajes)

0,2 M1 + 0,3 M2 + 0,6 M3 ≤ 90 (Metros de Cuero)

4 M1 + 5 M2 + 6 M3 ≤ 940 (Horas de Mano de obra)

M1, M2, M3 ≥ 0

Donde:

M1: Número de carteras del Modelo 1 a producir en el mes

M2: Número de carteras del Modelo 2 a producir en el mes

M3: Número de carteras del Modelo 3 a producir en el mes

Se solicita:

- a) Defina las variables de holgura del modelo.
- b) Sobre la base del reporte de solución y sensibilidad que prefiera de los que se suministran a continuación, responda las preguntas que hace el empresario:
 - 1) ¿Determine los cambios que se producirían si se reducen las horas de mano de obra a 920.
 - 2) El empresario siempre ha mantenido una participación en el mercado con 10 carteras del modelo 1. ¿Cómo se vería afectada la contribución a las utilidades si mantuviera la misma política?
 - 3) Un proveedor le ofrece 3 metros de cuero cobrándole \$80.00 el metro por encima de lo que cuesta actualmente. ¿Le conviene comprar? Explique porqué si o porqué no. Determine los cambios que se producirían en la contribución total y en el esquema de producción óptimos.
 - 4) El empresario quiere saber si le conviene contratar horas extras y si es así, ¿hasta cuánto podría pagar la hora por encima de lo que paga actualmente? y ¿cuántas horas podría contratar a ese precio?.
 - 5) ¿Qué modificaciones se producirían si la contribución del Modelo 3 se reducen en \$80? ¿Qué modificaciones se producirían si la contribución del Modelo 2 se reduce a \$800?
 - 6) El proveedor de herrajes le ofrece una partida de 50 unidades con un descuento del 30% de su valor actual. Aconseje al empresario sobre la conveniencia de aceptar la oferta.

Tabla Simplex Final del Problema

			Cj →					
			600	1.040	1.360	0	0	0
Ci	Base	Solución	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
0	S1	400	0,667	0	0	1	1,667	-0,50
1.360	M3	140	-0,167	0	1	0	4,167	-0,25
1.040	M2	20	1	1	0	0	-5	0,50
	Zj	211.200	813,333	1.040	1.360	0	466,667	180
	Cj - Zj		-213,333	0	0	0	-466,667	-180

Reporte obtenido con SOLVER

Celda objetivo (Máx.)

Nombre	Valor original	Valor final
Contribución Total	0	211200

Celdas de variables

Nombre	Valor original	Valor final
M1	0	0
M2	0	20
M3	0	140

Restricciones

Nombre	Valor de la celda	Estado	Demora
Herrajes	620	No vinculante	400
Cuero	90	Vinculante	0
Mano de Obra	940	Vinculante	0

Celdas de variables

Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
M1	0	-213,33	600	213,33	1E+30
M2	20	0	1040	93,333	213,33
M3	140	0	1360	720	112

Restricciones

Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Herrajes	620	0	1020	1E+30	400
Cuero	90	466,67	90	4	33,6
Mano de Obra	940	180	940	560	40

Reporte obtenido con LINDO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2	RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:		
OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
1) 211200	VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE
			ALLOWABLE DECREASE
VARIABLE VALUE REDUCED COST	M1	600	213.33
M1 0.00 213.33	M2	1 040	93.33
M2 20.00 0.00	M3	1360	720.00
M3 140.00 0.00			112.00
	RIGHTHAND SIDE RANGES		
ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES	ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE
			ALLOWABLE DECREASE
2) 400.00 0.00	2	1020	INFINITY
3) 0.00 466.66	3	90	4.00
4) 0.00 180.00	4	940	560.00
NO. ITERATIONS= 2			40.00

Problema N° 36

Una bodega está analizando lanzar al mercado tres variedades de whisky. Los principales elementos relacionados con la producción del mismo son maíz, azúcar y horas de proceso. En la siguiente tabla se muestra la información necesaria para plantear un problema de programación lineal:

RECURSOS	VARIEDADES			DISPONIBILIDAD
	LEGAL	LUNA BLANCA	VIEJO TONEL	
MAIZ (gramos/litro)	500	300	100	100 kilos
AZUCAR (gramos/litro)	400	200	200	100 kilos
HORAS DE PROC.	1	2	2	400 horas
CONTRIB. A LAS UTILIDADES (\$/litro)	200	155	100	

Dado el planteo:

$$\text{MAX } 200 L + 155 LB + 100 VT$$

Sujeto a:

$$0,5 L + 0,3 LB + 0,1 VT \leq 100$$

$$0,4 L + 0,2 LB + 0,2 VT \leq 100$$

$$L + 2 LB + 2 VT \leq 400$$

$$L, LB, VT \geq 0$$

Donde:

L: Litros de variedad Legal a producir.

LB: Litros de variedad Luna Blanca a producir.

VT: Litros de variedad Viejo Tonel a producir.

Se solicita:

a) Analice el significado de la función objetivo y de las restricciones. Defina las variables de holgura.

b) Interprete para este problema:

$$\lambda_{12} = 0,444$$

$$\lambda_{22} = -0,133$$

$$\lambda_{14} = 2,222$$

$$\lambda_{24} = -0,667$$

$$Z_2 = 166,667$$

$$Z_4 = 333,333$$

$$C_2 - Z_2 = -11,667$$

$$C_4 - Z_4 = -33,333$$

c) Partiendo de la solución actual, si se deseara producir la variedad Luna Blanca (LB), ¿cuál sería el nuevo plan de producción y el correspondiente valor de la

función económica? **Indique las fórmulas que emplea para obtener los datos.**

d) Sobre la base del reporte de solución y sensibilidad que prefiera de los que se suministran a continuación y la Tabla Simplex Final, conteste las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuál debería ser la contribución de Luna Blanca para que convenga producirlo?
- 2) ¿Qué pasaría si las horas de proceso se reducen a 350? ¿Cuál sería el valor de la contribución de las utilidades y el plan de producción en este caso?
- 3) La bodega puede conseguir 5 kilos más de maíz al precio que ha pagado los 100 kg. que dispone. ¿Le conviene comprarlos? ¿Qué modificaciones se producirían?
- 4) ¿Qué efectos tendría una reducción de la contribución a las utilidades de Viejo Tonel a \$85?

Tabla Simplex Final del Problema

		Cj →	200	155	100	0	0	0
Ci	Base	Solución	L	LB	VT	S ₁	S ₂	S ₃
200	L	177,778	1	0,444	0	2,222	0	-0,111
0	S ₂	6,667	0	-0,133	0	-0,667	1	-0,067
100	VT	111,111	0	0,778	1	-1,111	0	0,556
		Zj	200	166,667	100	333,333	0	33,333
		Cj - Zj	0	-11,667	0	-333,333	0	-33,333

Reporte obtenido con LINDO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			OBJ COEFFICIENT RANGES			
1) 46666.67			VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	L	200	300.00	26.25
L	177.77	0.00	LB	155	11.66	INFINITY
LB	0.00	11.67	VT	100	300.00	15.00
VT	111.11	0.00	RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2)	0.00	333.33	2	100	9.99	79.99
3)	6.66	0.00	3	100	INFINITY	6.66
4)	0.00	33.33	4	400	99.99	200.00
NO. ITERATIONS= 3						

Reporte obtenido con SOLVER

Celda objetivo (Máx.)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$E\$5	Contribución Total	0	46666,67

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$B\$4	Legal	0	177,78	Continuar
\$C\$4	Luna Blanca	0	0	Continuar
\$D\$4	Viejo Tonel	0	111,11	Continuar

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$E\$7	Maíz	100	\$E\$7<=\$G\$7	Vinculante	0
\$E\$8	Azúcar	93,33	\$E\$8<=\$G\$8	No vinculante	6,67
\$E\$9	Horas de Proceso	400	\$E\$9<=\$G\$9	Vinculante	0

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$B\$4	Legal	177,78	0	200	300	26,25
\$C\$4	Luna Blanca	0	-11,67	155	11,67	1E+30
\$D\$4	Viejo Tonel	111,11	0	100	300	15

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$E\$7	Maíz	100	333,33	100	10	80
\$E\$8	Azúcar	93,33	0	100	1E+30	6,67
\$E\$9	Horas de Proceso	400	33,33	400	100	200

Problema N° 37

Considere el Problema N° 11. Sobre la base del modelo siguiente:

$$\text{MAX } 1.000 X_1 + 1.200 X_2$$

Sujeto a:

$$2 X_1 + 4 X_2 \leq 80$$

$$12 X_1 + 4 X_2 \leq 240$$

$$6 X_1 + 6 X_2 \leq 144$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Donde x_1 y x_2 representan el número de escritorios y mesas a producir para la orden, respectivamente.

Se pide:

- Analice el significado de la función objetivo y de las restricciones. Defina las variables de holgura.
- Complete la siguiente tabla simplex de este problema:

		Cj →					
Ci	Base	Solución	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
		16	0	1	0,50	0	
		80	0	0	4	1	-3,333
			1	0	-0,50	0	0,333
	Zj	27.200					133,333
		Cj - Zj					

- c) Formule el modelo dual de este modelo e indique su solución.
- d) Empleando el reporte de solución y sensibilidad que prefiera, responda:
 - 1) ¿Cuál es el plan de producción aconsejado? Es decir, ¿cuál es el número de escritorios y mesas a producir?, ¿cuántas horas de mano de obra se deben programar en cada sección?, y ¿cuál es la cantidad de pies de madera a emplear?
 - 2) El encargado del taller le informa que podría conseguir que los empleados del taller trabajen 12 horas extras en cada sección. ¿Qué recomendaría Ud. al respecto? ¿Qué cambios se producirían en el plan actual y en la contribución a las utilidades?
 - 3) Si por algún desperfecto de la madera no pudieran usarse 10 pies, ¿qué modificaciones se producirían en el plan actual?, ¿cambiaría la contribución a las utilidades?
 - 4) ¿Qué consecuencias tendría un aumento de la contribución a las utilidades de los escritorios en \$200?

Reporte obtenido con LINDO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			OBJ COEFFICIENT RANGES			
1) 27200			VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	X1	1000	200.00	399.99
X1	8	0.00	X2	1200	799.99	200.00
X2	16	0.00	RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2)	0	100.00	2	80	16.00	20.00
3)	80	0.00	3	240	INFINITY	80.00
4)	0	133.33	4	144	24.00	24.00
NO. ITERATIONS= 2						

Reporte obtenido con SOLVER

Celda objetivo (Máx.)

Nombre	Valor original	Valor final
Contribución Total	0	27200

Celdas de variables

Nombre	Valor original	Valor final
Escritorios	0	8
Mesas	0	16

Restricciones

Nombre	Valor de la celda	Estado	Demora
Pies de Madera	80	Vinculante	0
Horas Carpintería	160	No vinculante	80
Horas Terminación	144	Vinculante	0

Celdas de variables

Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Escritorios	8	0	1000	200	400
Mesas	16	0	1200	800	200

Restricciones

Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Pies de Madera	80	100	80	16	20
Horas Carpintería	160	0	240	1E+30	80
Horas Terminación	144	133,333	144	24	24

Problema N° 38

Dado el siguiente modelo de programación lineal:

$$\text{Max (Z)} = 60 X_1 + 20 X_2 + 40 X_3 \quad \text{Contribución Total a las Utilidades}$$

Sujeto a:

$$16 X_1 + 12 X_2 + 6 X_3 \leq 960 \quad \text{Restricción de las horas de mano de obra}$$

$$1 X_1 + 1 X_2 + 0,75 X_3 \leq 100 \quad \text{Restricción de horas de máquina 1}$$

$$2 X_1 + 1 X_2 + 0,5 X_3 \leq 70 \quad \text{Restricción de metros de tela}$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Dónde: X_1 : Número de juegos de cortinas a fabricar en la semana X_2 : Número de manteles a fabricar en la semana X_3 : Número de caminos de mesa a fabricar en la semana

Sobre la base de la última tabla simplex:

		c_j	60	20	40	0	0	0
c_i	Base	VLD	X_1	X_2	X_3	Slack HsMO	Slack HsMaq	Slack MtsTela
		140	0	2		1	-4	-6
	X_3	130	0	1		0	2	-1
		2,5	1	0,25		0	-0,5	0,75
	z_j	5.350						
		$c_j - z_j$						

Y el reporte de solución y sensibilidad que prefiera de los que se presentan a continuación:

Reporte obtenido con LINDO

OBJECTIVE FUNCTION VALUE			RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
1) 5350			OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	2.50	0.00	X1	60	100.00	6.66
X2	0.00	35.00	X2	20	35.00	INFINITY
X3	130.00	0.00	X3	40	5.00	25.00
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	RIGHTHAND SIDE RANGES			
2)	140.00	0.00	ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
3)	0.00	50.00	2	960	INFINITY	140.00
4)	0.00	5.00	3	100	5.00	65.00
			4	70	23.33	3.33

Reporte obtenido con SOLVER

Celda objetivo (Máx.)

Nombre	Valor original	Valor final
Contribución Total	0	5350

Celdas de variables

Nombre	Valor original	Valor final
x1	0	2,5
x2	0	0
x3	0	130

Restricciones

Nombre	Valor de la celda	Estado	Demora
Horas M.O.	820	No vinculante	140
Horas Máquina	100	Vinculante	0
Metros de Tela	70	Vinculante	0

Celdas de variables

Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
x1	2,5	0	60	100	6,67
x2	0	-35	20	35	1E+30
x3	130	0	40	5	25

Restricciones

Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
Horas M.O.	820	0	960	1E+30	140
Horas Máquina	100	50	100	5	65
Metros de Tela	70	5	70	23,33	3,33

Se solicita:

a) Complete la Tabla Simplex.

- b) Plantee el problema dual correspondiente.
- c) A partir de la última tabla simplex del problema primal complete el reporte combinado de solución del problema dual. Justifique su respuesta.

Variable de Decisión	Valor óptimo	Coef. en la f. objetivo	Contrib. total	Costo reducido	Tipo de Variable
Hs.MO		960	0	140	No básica
Hs.Maq		100	5.000	0	Básica
Mts.Tela		70	350	0	Básica
Valor de la FO		Min			

Restricción	Lado izquierdo	Dirección	Lado derecho	Holgura/exced.	Precio Sombra
X ₁	60	≥	60		2,5
X ₂	55	≥	20		0
X ₃	40	≥	40		130

- d) Interprete el significado económico de las variables duales principales para este problema.
- e) Complete los espacios en blanco de los enunciados siguientes con alguna de las siguientes palabras:

AUMENTARÍA – DISMINUIRÍA – CAMBIARÍA – NO CAMBIARÍA – SI – NO, o con el VALOR correspondiente según el caso.

En todos los casos deje expresados TODOS los cálculos y explicaciones que fundamentan sus respuestas.

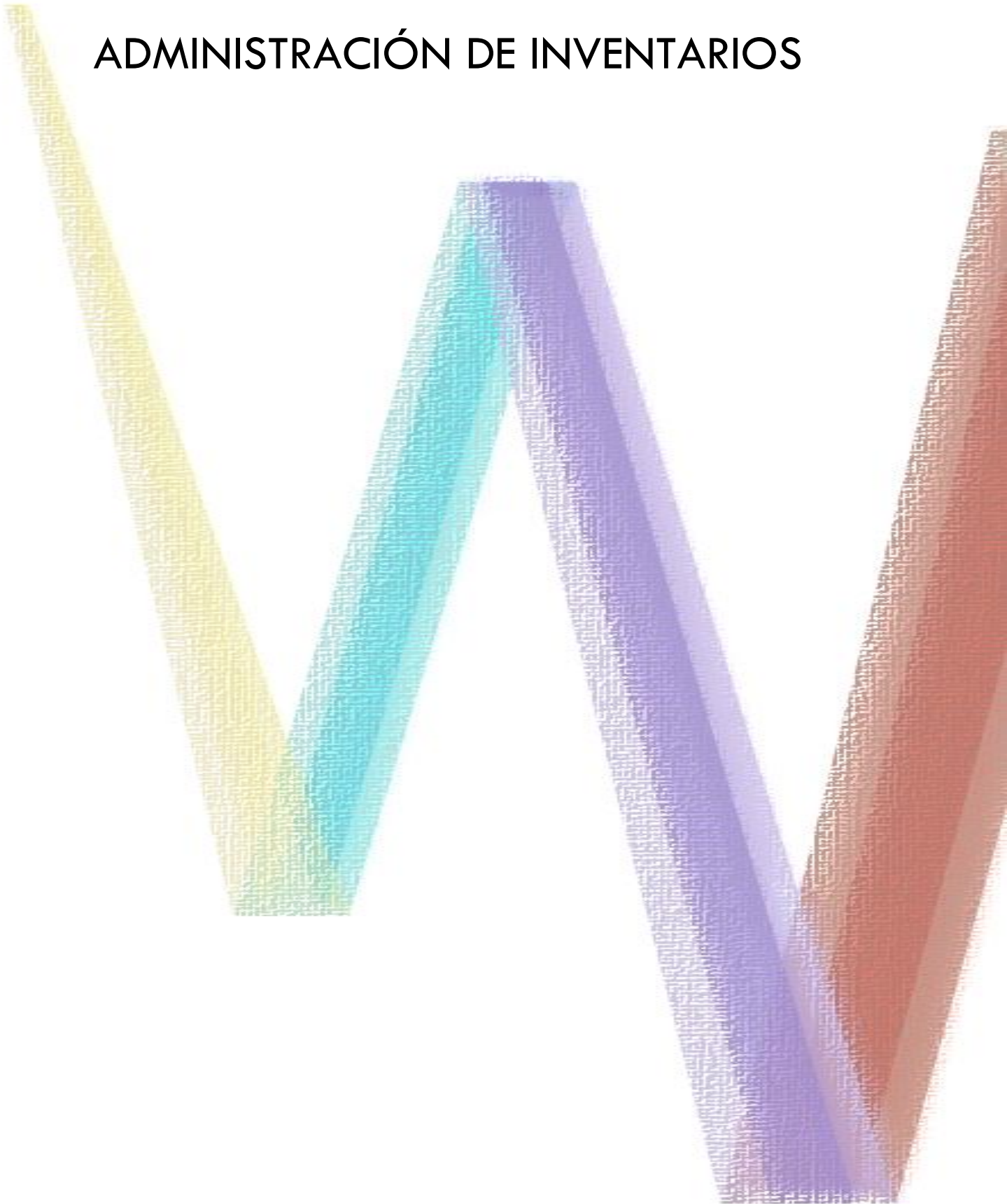
1) Si la contribución a las utilidades de los juegos de cortinas disminuye en \$5, la base óptima _____, se producirían _____ juegos de cortinas, _____ manteles y _____ caminos de mesa, quedando un sobrante de _____ horas de mano de obra, _____ horas de máquina 1 y _____ metros de tela. El valor de la contribución total a las utilidades sería de _____ .

2) Si la disponibilidad de metros de tela aumentara a 90, _____ utilizaría los 20 metros de tela adicionales disponibles de este recurso porque la contribución total a las utilidades _____ a \$ _____. Esto permitiría producir _____ juegos de cortinas, _____ manteles y _____ caminos de mesa, quedando un sobrante de _____ horas de mano de obra, _____ horas de máquina 1 y _____ metros de tela.

3) Si por huelgas y paros no pudieran utilizarse 40 horas de mano de obra, la base óptima _____ , la solución óptima _____ y el valor de la contribución total a las utilidades _____ por lo que sería de \$ _____. De esta manera se utilizarían _____ horas de mano de obra, _____ horas de máquina 1 y _____ metros de tela.

4) Si la contribución a las utilidades de los manteles aumentara a \$56, la base óptima _____ , la solución óptima _____ y el valor de la contribución total a las utilidades _____ .

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS



Problema N° 1

Relacione con flechas el principio de cada frase con sus finales lógicos:

	<i>... impuestos sobre edificios destinados a almacenamiento.</i>
<i>Representan costos de pedido...</i>	<i>... gastos de flete, carga y descarga de mercadería.</i>
	<i>... rentas potenciales de edificios propios destinados a almacenamiento.</i>
	<i>... las pérdidas por robo de productos almacenados.</i>
	<i>... la mayor tarifa por unidad de producto transportado por envío de remesas incompletas.</i>
<i>Representan costos de almacenamiento...</i>	<i>... gastos administrativos relativos al mantenimiento de existencias.</i>
	<i>... pérdidas del valor del producto en stock por deterioro u obsolescencia.</i>
	<i>... alquileres de galpones para almacenamiento.</i>
<i>Representan costos de ruptura...</i>	<i>... gastos por remisión de valores para abonar la mercadería adquirida.</i>
	<i>... seguros sobre las mercaderías almacenadas.</i>
	<i>... penalizaciones económicas por incumplir los compromisos de entrega por falta de existencias.</i>
	<i>... intereses sobre el capital invertido.</i>
	<i>... gastos asociados a la preparación de la orden de compra.</i>
	<i>... paralizaciones de un proceso productivo en serie por falta de materiales en el almacén de suministros de la fábrica.</i>

Problema N° 2

Una empresa dedicada a la distribución de tecnología médica para cirugía reconstructiva desea clasificar los artículos en inventario en uno de sus almacenes con el propósito de establecer la política de administración a aplicar a los mismos. Para ello, ha elaborado la tabla que se presenta a continuación, listando los artículos según su código e indicando su demanda anual y su costo unitario.

Código	Demanda anual (unidades)	Costo unitario (\$)	Código	Demanda anual (unidades)	Costo unitario (\$)
1003	1.008	5400	1022	600	900
1006	1.000	800	1025	1.550	1000
1008	350	2600	1039	1.200	100
1010	100	500	1041	2.000	100
1014	500	9300	1050	250	100

Se pide:

- a) Clasifique los artículos utilizando el método ABC empleando el criterio del valor monetario que el artículo representa sobre el valor total del inventario.
- b) Para el artículo de mayor proporción de valor monetario en relación al valor total, se conoce que el costo anual de conservación representa el 30% de su valor, los gastos asociados a la realización del pedido son de aproximadamente \$1.200 y que no se aceptan rupturas debido al excesivo costo a afrontar por esta circunstancia.

Los registros de la demanda mensual de los últimos 10 meses se detallan a continuación:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	80	85	84	82	79	85	82	90	85	88

Determine la política óptima de almacenamiento para este artículo indicando los supuestos considerados.

Problema N° 3

Una empresa textil que fabrica ropa blanca (sábanas, toallones, cortinas, manteles), se ha comprometido con un importante hipermercado a proveer durante 45 días 2.250 unidades de un set de dos toallones que se lanzará como promoción especial del día de la madre. Por contrato se ha estipulado que no se podrán realizar entregas fuera de término. El costo de producción de cada toallón es de \$150. Cada lote de producción que se fabrica totalmente en el día origina un costo de \$320, imputable a la puesta en marcha del proceso productivo. El almacenamiento requiere la contratación de un seguro contra todo riesgo, cuyo costo total para 365 días se calcula al 13% del valor de cada pieza. Para constituir su inventario la empresa recurre al mercado financiero donde puede obtener el 50% de la suma necesaria, abonando una tasa nominal anual del 0,36. El 50% restante lo autofinancia estimando una tasa del 0,30 nominal anual en concepto de costo de oportunidad.

Se pide:

- a) Determine la cantidad óptima de producción, el número de veces que se producirá el lote, su periodicidad y el costo total de la política.
- b) Los administradores de la empresa piensan que es más eficiente usar una política de producción de 500 unidades por lote. ¿Cuánto más costosa sería esta política? ¿Estaría de acuerdo con ella? Explique porqué.
- c) ¿Cuál sería la periodicidad del lote de producción si se adopta la política de producir lotes de 500 unidades?

Problema N° 4

La forrajera mayorista Huellas S.A., dedicada a la comercialización de alimento balanceado, semillas, fertilizantes y plaguicidas, debe proveer 12.000 bolsas de alimento balanceado para perros adultos a un criadero, con el que ha pactado entregas diarias de 30 bolsas. El costo en el que incurre cada vez que realiza un pedido es de \$1.800. El costo de mantener inventarios se estima en un 25% anual del valor de cada bolsa. El costo de cada bolsa es de \$ 500. Además, la forrajera ha convenido entregas fuera de término con su cliente que ocasionan un costo de \$45 por bolsa por trimestre.

Se solicita:

- a) Indique el modelo a aplicar y calcule la cantidad óptima de pedido.
- b) Calcule el nivel máximo de inventario, el número óptimo de pedidos y la periodicidad de los mismos.
- c) Calcule el costo total de la política de inventarios aplicada.
- d) Grafique el comportamiento del inventario.

Problema N ° 5

El encargado de compras de una empresa distribuidora de productos no perecederos debe realizar los pedidos de harina "Leudaflor" para los próximos 180 días. Hacer el pedido ocasiona un costo de \$340 y el proveedor le garantiza el envío de 300 paquetes por día. El costo del paquete de harina es de \$8. La demanda de "leudaflor" es de 6.000 paquetes por mes. Conservar la mercadería en depósito ocasiona costos de seguro contra todo riesgo de 1,5% cada 60 días. El distribuidor financia su stock con capital de terceros a una tasa nominal anual de 0,30.

Nota: Considere un mes de 30 días.

Se pide:

Indique al encargado de compras cuál es la política óptima de inventarios.

Problema N° 6

Se le ha encargado que analice la política de compra de las cajas que utiliza una empresa para embalar los productos que vende. Cada caja cuesta \$122 y el requerimiento anual es de 10.000 unidades (a una tasa constante). Mantener las cajas en el depósito se estima en un 10% anual de su costo. Cada vez que la empresa debe proveerse de las mismas, desafecta a un empleado de sus tareas habituales, asignándole uno de los vehículos para que gestione la compra. Este empleado tiene un tiempo de viaje de una hora (ida y vuelta) y un tiempo de media hora en la distribuidora entre la espera en ser atendido y la preparación del pedido. El valor hora de trabajo del empleado es de \$180.

Se pide:

- a) ¿Cuántas veces al año debe el empleado buscar las cajas?
- b) ¿Cuántas cajas debe retirar cada vez que hace el viaje?
- c) Si aumenta la demanda de cajas, el empleado irá a la distribuidora ¿más o menos veces al año? Justifique.
- d) Si aumenta el costo de las cajas, el empleado irá a la distribuidora ¿más o menos veces al año? Justifique.
- e) Si la distribuidora agiliza su sistema de atención, el empleado deberá ir a buscar cajas ¿más o menos veces al año? Justifique.

Problema N° 7

Una planta elaboradora de productos para la higiene dental, requiere 15.000 cajas de 100 piezas cada una de un determinado envase por año. El precio de compra es de \$122 por caja para pedidos menores a 1.200 cajas y de \$113 para cantidades mayores o iguales a 1.200 cajas. Conociendo que el costo de almacenamiento es de \$25,5 anuales por caja, y el de pedido es de \$1.500 por lote:

- a) Determine la política óptima de abastecimiento.
- b) ¿Qué modificaciones se producirán en la política óptima de abastecimiento determinada, si además del costo original de almacenamiento paga una prima de seguro del 15% anual por caja?
- c) ¿Qué cambios se producirán en la respuesta al inciso anterior si el proveedor de este tipo de envases informa el siguiente esquema de precios por caja?

Cantidad	Precio por caja
1 - 499	\$ 122
500 - 999	\$ 113
1.000 - 1.499	\$ 105,5
1.500 - más	\$ 99,75

Problema N° 8

Una empresa de nuestra ciudad solicita a un profesional en Ciencias Económicas revisar la política de producción de una operación manufacturera y, de ser necesario, indicar las modificaciones necesarias para reducir los costos totales anuales de inventario. Actualmente la capacidad de producción de la planta para un artículo determinado es de 7.200 unidades al año con un costo de preparación del proceso de producción de \$2.150. El costo de almacenamiento por unidad es de \$12,5 mensuales. La demanda de este artículo es de 2.400 unidades al año y hasta ahora se elaboraban en lotes de 600 unidades cada tres meses.

Suponiendo que Ud. fuera el profesional, se solicita:

- a) Determine el modelo de inventarios a utilizar.
- b) Determine la política óptima de aprovisionamiento de acuerdo a este modelo.

- c) ¿Recomendaría cambiar el tamaño actual del lote de producción? ¿Por qué sí o por qué no?
- d) ¿Cuál sería el ahorro en los costos totales anuales si se modifica el tamaño del lote de producción según sus recomendaciones?

Problema N° 9

Una empresa dedicada al transporte internacional de mercaderías, dispone de una gran flota de camiones de diferentes características y tamaños. Dada la rotación de personal que tiene la empresa (estima que debería contratar aproximadamente 3 conductores por mes) y la importancia fundamental que tienen los conductores de camiones para ésta, ha decidido implementar un programa de capacitación para los conductores recién contratados.

El programa se desarrolla durante 5 semanas y para grupos de hasta 30 personas, el costo es de \$121.500 en concepto de instructores, mantenimiento de las unidades con las que se realizan las prácticas, documentación, etc.

Terminado el programa de capacitación, a los conductores se los contrata y se les abona un salario de \$9.000 por mes, pero recién comienzan a trabajar cuando se produce una vacante. Estos \$9.000 de salario constituyen un costo de tenencia necesario para mantener conductores recién capacitados que se encuentren disponibles para ingresar inmediatamente al servicio.

Considerando a los nuevos conductores como unidades típicas de inventario:

- a) ¿De qué tamaño deben ser los grupos de capacitación para minimizar los costos totales anuales de capacitación y los costos de tenencia de conductores inactivos?
- b) ¿Cuántos grupos debe organizar al año?
- c) ¿A cuánto asciende el Costo Total Anual de este programa?

Problema N° 10

Un negocio de venta de insumos de computación debe determinar el número de cajas plásticas para CDs a comprar.

En función de los registros del último año, el responsable del local ha elaborado el siguiente listado de las unidades demandadas por mes:

Mes	1	2	3	4	5	6
N° de Cajas	200	202	195	200	210	205
Mes	7	8	9	10	11	12
N° de Cajas	200	198	190	200	205	195

El proveedor le ofrece el siguiente plan de descuentos:

Cantidad del pedido	Precio por caja
1 - 599	\$ 7,00
600 - 1199	\$ 6,50
1200 - 1799	\$ 6,20
1800 - más	\$ 6,10

El costo en que incurre el negocio cada vez que realiza un pedido es de \$160. La política de inventarios es cargar un costo de almacenamiento del 20% del precio de compra por caja al año.

Se pide:

- Estime la demanda mensual de cajas de CDs. ¿Puede considerarse esta demanda cierta y a tasa constante?
- ¿Cuántos pedidos de cajas debe hacer el negocio por año y cuál es el volumen de cada pedido?
- ¿A cuánto asciende la inversión promedio en inventario?
- ¿Cuál será el nivel de inventario que determinará el momento de hacer el pedido si el proveedor demora en entregarlo un tiempo que se distribuye normal con media 3 días y desviación estándar de medio día y es deseable un nivel de confianza de 0,90 de contar con mercadería para atender la demanda.

Problema N° 11

Señor Cola vende refrescos con gas en botellas de 280 cm³ y en latas de aluminio de 350 cm³. Las botellas son recicladas y solamente se piden nuevas una vez al año. Las latas son suministradas por un proveedor en cualquier momento, una semana después de haber realizado una orden de pedido. El cargo por entrega y por procesos administrativos es de \$1.800 y actualmente se hace cuando se tienen en depósito menos de 10.000 latas. Una revisión de los datos anteriores indica que la demanda mensual promedio del refresco es de 21.000 litros. Un tercio de esa cantidad es por botellas y el resto por latas. Si la compañía se queda sin latas los pedidos del refresco no cubiertos pueden cubrirse cuando se recibe una nueva remesa, generando un costo de \$0,09 por cada lata y cada día de demora en la entrega. El departamento de costos ha estimado en \$0,042 el costo de mantener cada lata en almacén por día.

Se pide:

- Determine la política óptima de almacenamiento para el próximo año.
- Calcule el nivel de reorden.

Problema N° 12

La empresa Consultora S.A. está evaluando la administración de la cuenta corriente que más utiliza, para los próximos 180 días.

Diariamente se realizan extracciones de dinero a una tasa constante de \$1.000. Por otra parte, las acreditaciones en dicha cuenta provienen de los retiros de dinero colocados en inversiones temporarias en Fondos Comunes de Inversión (FIMA), que le aportan \$0,5901 cada 30 días por peso invertido.

El acuerdo bancario firmado permite que por cada peso girado en descubierto se impute un cargo de \$0,2359 cada 7 días. Cada vez que realiza una transferencia desde el Fondo Común de Inversión a la cuenta bancaria se genera un cargo de \$50.

Se pide:

¿Cuál sería la política óptima que debería implementar la empresa Consultora S.A. para la administración de su cuenta bancaria, si el Fondo Común de Inversión acredita instantáneamente las cuotas partes retiradas?

Problema N° 13

En una importante empresa del medio se encuentra a cargo del sector Compras un Contador Público que considera a los modelos de inventario como herramientas muy importantes para la toma de decisiones. Sin embargo, nunca ha considerado la posibilidad de aplicar un modelo de pedidos pendientes, debido a que supone que en la práctica tales pedidos resultan muy onerosos y se les debe evitar cuando se busca minimizar costos. En los últimos tiempos, la alta gerencia de la empresa está ejerciendo una presión muy fuerte para reducir costos y le han pedido que analice, para los productos en los que es posible aplicar una política con pedidos pendientes, las implicancias económicas que tendría.

Sobre la base de la información recabada, ha elaborado el borrador que se presenta a continuación:

Producto X28

Demanda anual: 800 unidades (a tasa constante)

Costo de pedido: \$ 750

Costo de almacenamiento anual: \$ 30 por unidad

Costo de ruptura: \$ 200 por unidad por año

Política de la empresa:

- No aceptar pedidos pendientes mayores al 25% del volumen del pedido.

- No se puede hacer esperar a los clientes más de 10 días para entregar el pedido pendiente.

Se solicita:

Complete el informe que comenzó a redactar el contador para elevar a la gerencia.

Córdoba, _____

Sr. Gerente General

S/D

Cumplo en elevar el informe sobre el análisis de las implicancias de aplicar diferentes políticas de administración de inventario sobre el **Producto X28**.

Considerando que la empresa opera 250 días hábiles al año, instrumentar una política de inventarios que no acepte pedidos retroactivos implica realizar (1)_____ pedidos al año de (2)_____ unidades, asumiendo un Costo Total anual de \$ (3)_____.

Si se aplica una política de pedidos retroactivos, deberán realizarse pedidos de (4)_____ unidades cada (5)_____ días, con un Costo Total anual de \$ (6)_____ , lo que implica una diferencia de costos de \$ (7)_____ , es decir, un aumento / disminución del (8)_____ %.

De aceptar pedidos retroactivos, se producirá una ruptura de (9)_____ unidades, que es menor / mayor que (10)_____ (25% del volumen óptimo del pedido) y el tiempo que deberán esperar los clientes para recibir los pedidos retroactivos será de (11)_____ días, que es (12)_____ que los 10 días estipulados como tiempo máximo de espera.

En virtud de que se satisfacen / no se satisfacen las condiciones para la aplicación de una política de pedidos retroactivo y que los costos son (13)_____ en un (14)_____ % si no se aceptan agotamientos, se recomienda / no se recomienda aceptar rupturas de stock del Producto X28.

Problema N° 14

TRANSTEL S.A. es una empresa multinacional que se ha instalado recientemente en nuestro país. Su principal actividad en la nueva planta de Córdoba, es la fabricación y venta de equipos para telefonía celular. La gerencia de producción ha estimado que durante el próximo año se requerirán 8.000 baterías de litio de alta capacidad cada mes.

Dado que enfrentan problemas de espacio físico y limitaciones en ciertos recursos esenciales, la empresa ha decidido adquirir el 50% de las baterías a un proveedor

externo que se dedica a producirlas y fabricar, en su propia planta, el 50% restante. El proveedor puede entregar las baterías el mismo día en que se piden y a un precio de \$300 c/u. A la empresa le cuesta \$250 producir cada batería de litio y tiene capacidad de producción suficiente para fabricar 5.000 baterías por mes a tasa constante. El costo de almacenamiento es del 15% anual del precio de costo (de producción o compra). El costo de pedido por la adquisición externa de las unidades es de \$1.000 por pedido. El costo de preparación asociado con la fabricación de las baterías es de \$1.400.

Teniendo en cuenta que la demanda que la empresa debe satisfacer, en parte la fabrica y en parte la compra, elabore un informe a la gerencia que contenga la siguiente información:

- La cantidad óptima de pedido que debe adquirirse con el proveedor externo.
- La cantidad óptima del lote de producción interno.
- El número óptimo de pedidos por mes.
- El número óptimo de corridas de producción por mes.
- El costo total anual de esta política combinada de inventario.

Problema N° 15

Hoy es 06 de octubre y usted debe cubrir a un empleado del departamento de compras que se ha ausentado por enfermedad. En el escritorio ha encontrado una libreta con información sobre uno de los productos cuyo inventario él se encarga de controlar.

Octubre							
D	L	M	M	J	V	S	
							1
2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	
16	17	18	19	20	21	22	
23 ₃₀	24 ₃₁	25	26	27	28	29	

Heladera con Freezer No Frost de 400 litros (Gabinete de acero inoxidable)

- La demanda diaria es de 75 unidades.
- El stock máximo es de 1.200 unidades y se hacen los pedidos cada 20 días.
- El proveedor entrega la mercadería en un solo lote con un plazo de entrega de 2 días .
- Se revisó el inventario al finalizar el día 01 de octubre y había en existencias 600 unidades.

El encargado del sector le pide que le informe:

- El inventario del producto el día de hoy.
- El día que debe hacer el pedido (momento de reaprovisionamiento).
- El volumen a pedir y la fecha prevista de ingreso de la mercadería al almacén.

Y necesita que elabore un gráfico incorporando toda la información asociada con el comportamiento del inventario del producto.

Nota: Considere días corridos.

Problema N° 16

Una óptica firmó un contrato para abastecer de lentes orgánicos de calidad estándar a una importante Obra Social de la provincia. Según lo estipulado debe entregar 96.000 lentes, a razón de 6.400 por mes considerando todos los puntos de entrega provinciales.

El gerente de la óptica desea determinar la política apropiada de pedidos de los armazones que necesita para la confección de los mismos. En la actualidad, trabaja con un único proveedor que le garantiza entrega inmediata y a un costo de \$840 cada armazón.

Cada vez que realiza un pedido incurre en un costo por envío, comunicaciones y papelería de aproximadamente \$3.500 y el costo de conservar un armazón en inventario es del 25% anual.

2. En base a los datos disponibles el gerente de Óptica VISION S.A. le solicita que determine:

- a) El modelo de inventario a aplicar. Justifique.
- b) La cantidad óptima de pedido.
- c) El nivel promedio de inventario.
- d) El costo total asociado con la política determinada, discriminando el costo total de pedidos y el costo total de almacenamiento.
- e) El número de días entre pedidos para la política óptima. (Considere 30 días al mes).
- f) El número de pedidos a realizar en el período de análisis.
- g) El comportamiento de la política de inventario a través de un gráfico.

2. Si el proveedor le informa un retraso de 2 días en la entrega de los armazones, calcule el nivel de reorden correspondiente al modelo. ¿Cuál sería el nivel de reorden si el tiempo de adelanto es aleatorio con distribución normal de media 2 días y desviación estándar 0,5 días y se quiere reducir la probabilidad de quedarnos sin stock al 0,10?

3. Debido a una reorganización interna, a la óptica le gustaría considerar la posibilidad de realizar sus pedidos cada 10 días. ¿Qué impacto tendría esta nueva política sobre los costos totales calculados originalmente?

4. El gerente de la óptica considera que se pueden reducir los costos significativamente mediante el empleo de una política de pedidos pendientes, la cual permitiría la reducción de inventarios. Se ha estimado que el costo de agotamiento por unidad por mes será de aproximadamente \$15.

Se pide:

- a) Determine el modelo de inventario a utilizar.
- b) Calcule la cantidad óptima a pedir, el costo total (discrimine sus componentes), el número de pedidos por mes y el tiempo entre pedidos.

- c) ¿Sería aconsejable para la óptica utilizar una política de pedidos pendientes dado este costo de agotamiento?
- d) ¿Cuál sería el tamaño máximo de pedido pendiente si se adopta esta política?
5. En base a la cantidad económica de pedido determinada en el punto anterior:
- a) Calcule el nivel de reorden asociado con la política óptima de pedidos, si el tiempo que tarda en llegar el pedido es de 4 días.
- b) Calcule el nivel de reorden si el tiempo de adelanto es aleatorio con una distribución de probabilidad normal con media 7 días y desviación estándar 1 día, y una probabilidad de quedarse sin stock de 0,05.

Problema N° 17

La Aceitera San Jorge elabora, entre otros productos, aceite puro de maíz. Recientemente, ha realizado una inversión en tecnología que le ha permitido mejorar la calidad del aceite y producir a una tasa de 150 litros por día, a un costo de \$6 por litro. La aceitera estima que cada lote de producción le ocasiona un costo de preparación de \$960 y mantener el producto en almacén le genera un costo mensual del 12% de su valor. Según sus registros (considerando tanto el mercado interno como las exportaciones), la demanda de aceite de maíz se puede considerar constante en el orden de los 2.800 litros por mes.

Suponga 25 días hábiles al mes y determine:

- a) El volumen óptimo de cada lote productivo y el volumen del inventario máximo.
- b) La frecuencia con que se iniciará cada lote.
- c) El período durante el cual ingresará mercadería al depósito y durante cuánto tiempo sólo se atenderán los pedidos.
- d) El costo total anual de esta política.
- e) Si la preparación del lote de producción insumiera un tiempo aleatorio que se distribuye normal con media de 4 días y desviación típica de 1 día, ¿cuántos litros de aceite de maíz deberá haber en el depósito al momento de comenzar un nuevo lote de producción si se quiere limitar la probabilidad de faltantes a 0,05?
- f) Si al revisar las estimaciones se detectara que el costo de producción hubiera tenido un aumento del 10%, ¿cuál sería el efecto en el costo total anual de inventario?

Problema N° 18

Un comercio dedicado a la venta de artículos electrónicos adquiere a un proveedor 1.200 teléfonos inalámbricos al año para cubrir una demanda constante de 100 teléfonos por mes. Cada vez que el encargado realiza un pedido incurre en un

costo de \$360. El costo de cada teléfono inalámbrico es de \$600 y el costo anual de conservación de los aparatos representa el 40% de su valor.

Se solicita:

- Determine la cantidad económica de pedido, el número de pedidos y cada cuánto tiempo se harán los mismos en el próximo año. ¿Qué consideraciones ha realizado para resolver este inciso?
- En el caso de que el comercio acepte afrontar un costo de \$ 9 por aparato por mes de atraso en la entrega de los teléfonos cuando se quede sin stock. ¿cuál será el stock máximo de teléfonos a mantener, cuánto el tiempo que transcurrirá entre pedidos y cuál el costo total anual de pedidos?
- La empresa que habitualmente le provee los teléfonos realiza una promoción, ofreciendo un descuento del 8 % para compras de por lo menos 100 aparatos. ¿Le conviene al comercio aprovechar la promoción? ¿Cada cuánto tiempo realizaría los pedidos? (No se permiten agotamientos)
- Considerando los siguientes descuentos por compras en cantidad que le ofrece otro proveedor:

Cantidad	Descuento (%)
00 – 69	0
70 – 139	5
140 – 209	10
210 o más	12

Determine el volumen óptimo de pedidos, cuántos pedidos se realizarían al año y el costo total anual de aplicar esta política.

- De no aceptarse agotamientos, ¿cuál política de compras recomendaría?

Problema N° 19

La empresa metalúrgica *IBA S.A.* se dedica a la fabricación de bulones, tornillos, tuercas y otros productos metalúrgicos. Ha acordado con uno de sus clientes, una fábrica de aberturas de aluminio, la provisión de un total de 27.000 cajas de 100 tornillos cada una, pactando entregas diarias de 150 cajas. La empresa metalúrgica cuenta con tornos especiales para realizar el trabajo con una tasa de producción de 250 cajas por día, muy superior a la entrega diaria. Antes de comenzar el trabajo, analiza el costo total de esta provisión y la forma más conveniente de encarar la producción aplicando el modelo de inventarios CEP. Para ello, considera los siguientes costos:

- cada vez que inicia un lote de producción y pone en marcha los tornos incurre en un costo de \$750.
- evalúa que el costo de oportunidad por mantener el capital inmovilizado (cajas de tornillos en almacén) es del 12% nominal anual.

- el costo de producción de cada caja de 100 tornillos es de \$370.

Se solicita:

1. Calcule la política óptima de aprovisionamiento aplicando el modelo de inventarios que utiliza la empresa.

2. En base a los datos disponibles:

- a) ¿Es adecuado el modelo de gestión de stock aplicado por la empresa? ¿Por qué?
- b) ¿Qué modelo de inventarios sugiere usted utilizar? Enumere los supuestos.
- c) ¿Cuál sería la política óptima de producción del proveedor?

3. Teniendo en cuenta que se aplica la política óptima del punto 2.c, considere que el tiempo de puesta a punto de las máquinas y la fabricación del lote lleva 2 días. ¿Cuál será el nivel de stock que lo alertará de iniciar un nuevo lote de producción? ¿Cuál será este nivel si el tiempo de puesta a punto de las máquinas fuera aleatorio, con distribución normal de media 2 días y desviación estándar 1 día y se desea que la probabilidad de poder cumplir con el mismo sea de 0,95?

Problema N° 20

Un importador de equipos de aire acondicionado para automóviles tiene una demanda promedio de 6.000 equipos universales al año. Por cada equipo de aire acondicionado que compra debe abonar \$4.500. Cada vez que hace un pedido incurre en un costo de \$5.400. El costo anual unitario de almacenamiento se estima en \$70. Para proteger la mercadería contrata un seguro contra robo, hurto e incendio con una prima anual del 10% del valor de costo de cada equipo. Entre el momento que realiza el pedido y éste ingresa al depósito transcurre una semana. El importador quiere realizar un análisis de la política óptima de inventarios y para ello considera que no se pueden admitir rupturas.

Se solicita:

- a) Indique el modelo de inventario a aplicar, e identifique los costos.
- b) ¿Cuántos equipos se deben ordenar cada vez?
- c) ¿Cuántos pedidos se deben realizar en un año?
- d) Calcule los costos totales anuales.
- e) Determine el punto de reorden en semanas para este modelo de inventarios.
- f) Si el tiempo de entrega fuera de 10 días ¿cuál sería el punto de reorden?
- g) ¿Cuáles serían las respuestas a los incisos a), b) y d) si se permitieran pedidos pendientes con un costo anual de \$580 por equipo?
- h) Compare los resultados obtenidos.

Nota: Considere 52 semanas y 365 días al año.

Problema N° 21

La empresa RAVAL S. A. produce lavarropas en sus talleres ubicados al sur de Córdoba. Como nuevo gerente de logística, la empresa le ha solicitado que analice la política de inventarios de motores eléctricos implementada actualmente y determinada por la gerencia anterior, en virtud de considerarla inadecuada. Por semana (durante todo el año) la empresa arma 200 lavarropas y trabaja 52 semanas al año. Solicita 500 motores eléctricos cada vez que se realiza un pedido, con un costo de \$3.400 por preparación de la orden, pagos y fletes. El costo de compra de cada motor es de \$ 2.300 y conservarlo en condiciones adecuadas le cuesta \$200 al año. Por otro lado, paga un seguro por motor de 5% cuatrimestralmente.

Se pide:

- a) Determine el costo total actual de la política que se viene manteniendo.
- b) Indique el modelo de inventarios que corresponde aplicar, y determine la cantidad óptima de pedido.
- c) ¿Cuánto tiempo dura la cantidad pedida que hace mínimo los costos? ¿Cuántos pedidos se hacen al año?
- d) La política por usted sugerida, ¿permite reducir los costos?
- e) Si se produce un tiempo medio de retardo de 5 días en la entrega, con una desviación de 1 y se quiere reducir la probabilidad de quedarse sin stock a 0,10 ¿Cuál sería el nivel de reorden?
- f) El proveedor le ha hecho una propuesta de entregarle 300 unidades por semana, ¿Le conviene la propuesta? Determine la nueva cantidad de pedido, el costo asociado y la cantidad máxima en stock.

Problema N° 22

El dueño de un comercio de abastecimiento mayorista de carnes desea determinar el lote óptimo de compra para los próximos 30 días. Tiene una demanda diaria de 860 kg. de carne y debido a las características perecederas del producto y a la necesidad de contar con equipos de refrigeración especiales, estima que gasta diariamente en conservación el 1% del valor de la carne que adquiere a \$86 el kg. Por cada pedido que realiza paga un flete de \$3.820.

- a) Calcule el lote óptimo de pedido suponiendo que no se admiten rupturas de stock y determine el Costo Total de esta política.
- b) El dueño considera que la carne no puede mantenerse en stock más de 3 días. ¿Afecta esta situación el costo de la política determinado en a)? Recalcule en caso de ser necesario.

- c) Si se permite el incumplimiento temporal de las entregas, con un recargo de \$ 0,9 por kg. y por cada día de retraso. ¿cuál sería la política óptima y el costo de la misma?
- d) Si tuviera una capacidad máxima de almacenamiento de 3.300 kg. ¿qué política de pedidos recomendaría? JUSTIFIQUE.
- e) ¿Es viable aplicar la política recomendada y cumplir con el requisito de no mantener stock de carne por más de tres días?

Problema N° 23

La Empresa SPA S.A. adquiere de un proveedor externo los recipientes de plástico reforzados que utiliza como cuerpo principal de los filtros purificadores de agua que produce. Dada la potencial expansión que lograría a raíz de la instalación de nuevas sucursales en otras provincias del país, espera fabricar aproximadamente 100.000 purificadores durante el año. La demanda es relativamente constante durante el período.

El costo asociado con los pedidos de los recipientes es de \$3.000 y ha pactado con el proveedor entrega inmediata. La política de costo de inventario que la empresa ha utilizado tradicionalmente es cargar el 20% del costo de compra como costo anual de almacenamiento. El precio que paga SPA S.A. por cada uno de los recipientes es \$750.

1. Considerando estos datos, se pide:

- a) ¿Qué supuestos debe hacer usted para resolver este problema?
- b) Determine la cantidad óptima de pedido que debe utilizar SPA S.A. con el objeto de minimizar sus costos.
- c) ¿Cuál es el costo total asociado con la cantidad óptima de pedido?
- d) ¿Cuántos pedidos haría SPA S.A. con esta política de Gestión de Stock? ¿Cada cuánto tiempo los haría?

Nota: Asuma un año de 300 días.

2. En base a la cantidad económica de pedido determinada en el punto anterior:

- c) Calcule el nivel de reorden asociado con la política óptima de pedidos, si el tiempo que tarda en llegar el pedido es de 2 días.
- d) Calcule el nivel de reorden si el tiempo de adelanto es aleatorio con una distribución de probabilidad normal con media 3 días y desviación estándar 1 día, y una probabilidad de quedarse sin stock de 0,05.

3. Si debido a condicionamientos internos, SPA S.A. decide modificar la política de Gestión de Stock obtenida en el punto 1, y ordenar 4.000 recipientes plásticos cada vez que realiza el pedido, ¿Cuál es el castigo en costos en el que incurriría? Suponiendo entrega inmediata, ¿Cada cuánto tiempo debería efectuar los pedidos?

4. La Empresa está considerando la posibilidad de permitir agotamientos de stock, y determinó que su costo es de \$210 por recipiente por año. Se solicita:

- a) Indique el modelo de administración de inventarios a utilizar y sus supuestos.
- b) Determine la cantidad óptima de pedido.
- c) ¿Cuál es el nivel máximo de inventario asociado con la política de inventario óptimo? ¿Cuál es el tamaño máximo del pedido retroactivo?
- d) Calcule el costo total asociado con la política óptima.
- e) ¿Cuál es el tiempo entre órdenes para la cantidad de pedido determinada en el apartado a)? ¿Cuál es el tiempo con Stock y cuál el tiempo con Ruptura?
- f) ¿Cuántos pedidos se requerirán de acuerdo con la política de inventario óptima?
- g) Grafique el modelo.

5. En base a la política óptima calculada en el inciso anterior, se pide:

- a) Calcule el punto de reorden asociado con la política óptima de pedidos, si el tiempo en que tarda en llegar el pedido es de 3 días.
- b) Calcule el punto de reorden si el tiempo de adelanto es aleatorio y se distribuye normalmente con media 2 y desviación 1 y la probabilidad asociada a la falta de stock es del 0,05.

6. El gerente de producción presenta a los directivos la propuesta de fabricar los recipientes de plástico reforzados en la planta, adquiriendo previamente la tecnología necesaria. El proceso de producción propio, permitiría obtener 600 recipientes diarios con un costo de preparación del lote de producción de \$3.610. Se solicita:

- a) Indique el modelo de administración de inventarios a utilizar y sus supuestos.
- b) Determine el volumen óptimo de cada lote de producción.
- c) Calcule la frecuencia con que se iniciará cada lote.
- d) Calcule el costo total asociado con la política óptima.
- e) El gerente de producción plantea que la producción propia de los recipientes le permitirá a la empresa reducir los costos, ¿está de acuerdo con esta recomendación?
- f) Si la puesta a punto de las máquinas requiriera dos días ¿Cuántas unidades debería tener en stock al momento de comenzar a preparar el lote de producción?

Problema N° 24

La empresa ARTE DECORATIVO S.A., dedicada a la producción y venta de materiales profesionales para artistas, debe proveer 5.400 bolsas de enduido de colores a uno de sus principales clientes, con el que ha pactado entregas diarias de 36 bolsas. El departamento de costos ha estimado que el cargo anual por almacenamiento de este producto representa el 13% de su valor por bolsa. Para

cumplir con esta orden, y teniendo en cuenta las capacidades técnicas propias y de sus proveedores, trabajará atendiendo un tercio de la demanda a través de cada una de las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA A: Procesar las mezclas tonalizadas de enduido en su propia planta con un costo de \$950 por bolsa. Para la producción interna se conoce que el proceso productivo puede proporcionar hasta 875 unidades cada 35 días y que el costo de iniciar la tonalización y preparación de las bolsas asciende a \$85. Asimismo, el gerente de producción indica que el tiempo de puesta a punto de las máquinas, previo al inicio del proceso de premezcla y tonalización es de 4 días.

ALTERNATIVA B: Comprar cada bolsa a \$850 a un mayorista. La preparación del pedido ocasiona un costo de \$82. Por los circuitos de reparto que organiza el proveedor el periodo de demora entre la realización del pedido y la entrega se distribuye normal con media 2 días y desvío 0,5 días. Además, ARTE DECORATIVO S.A ha convenido con su cliente que las entregas fuera de término ocasionarán un costo de \$40 por bolsa por trimestre.

ALTERNATIVA C: Otro proveedor ofrece un precio de \$990 si se compran hasta 100 bolsas y si el pedido supera esta cantidad, ofrece un descuento de 20% sobre el valor del producto. La preparación del pedido en este caso genera un costo de \$72 por lote.

Considere un año de 365 días.

Se pide:

1. Extraiga y exponga todos los datos en una unidad de tiempo homogénea.
2. Para la Alternativa A, determine:
 - a) Modelo de inventario.
 - b) Número de bolsas que como máximo pueden almacenarse.
 - c) Costo total de la política.
 - d) Periodicidad con que se iniciará cada lote de producción interna.
 - e) Este período de tiempo ¿se subdivide en otros? ¿Cuáles y de qué duración?
 - f) Nivel de reorden asociado a este modelo.
3. Para la Alternativa B, determine:
 - a) Modelo de inventario.
 - b) Número de bolsas de enduido a comprar.
 - c) Costo total de la política.
 - d) Tiempo durante el cual se tienen bolsas almacenadas.
 - e) Nivel de reorden y stock de seguridad con un nivel de significación de 0,10.
4. Para la Alternativa C, determine:
 - a) Modelo de inventario.
 - b) Número óptimo de bolsas a comprar.
 - c) Costo total de la política.

Problema N° 25

Un fabricante de mobiliario para oficinas firmó un acuerdo con uno de sus clientes para proveerle 6.000 escritorios, a razón de 2.000 unidades por bimestre, y no es posible incumplir con el acuerdo firmado. La tasa de producción mensual de la planta es de 1.200 escritorios y el costo de puesta a punto de cada lote productivo es de \$2.400. Producir un escritorio cuesta \$2.000 y mantenerlo almacenado genera un costo de \$180 cada seis meses.

Se pide:

- a) Determine el costo total de esta política de producción. ¿Qué supuestos ha realizado para resolver esta consigna?
- b) Indique el tiempo durante el cual se producen solamente salidas de unidades del almacén.
- c) ¿Cuál es la cantidad de escritorios almacenados los días 15 y 25 del subperíodo de análisis?
- d) Debido a la necesidad de realizar refacciones en la planta, la empresa habilitará una planta piloto que fabrica cada lote de producción de una sola vez con la misma estructura de costos. Sin embargo, las tareas de puesta a punto de las maquinarias para la producción del lote requieren un tiempo que se distribuye normal con media de tres días y desviación de 1,5 días.
 - 1) ¿Cuántos lotes de escritorios se producirán y cuál será el número promedio de escritorios almacenados en todo el período?
 - 2) ¿Cuál es el nivel de reorden si se considera un nivel de significación del 5%? Interprete su significado.
- e) Dadas las condiciones de producción del inciso d), pero contemplando que se modifica el acuerdo firmado con el cliente, permitiendo la posibilidad de trabajar con pedidos pendientes de entrega, ocasionando una multa de \$ 180 por unidad y por trimestre.
 - 1) ¿Cuántos escritorios componen cada lote productivo?
 - 2) ¿Cuánto tiempo se mantienen escritorios en stock?
 - 2) ¿Cuál es el costo total de esta política?



SIMULACIÓN

Problema N° 1

a) Con los números aleatorios 27 - 87 - 73 - 05 - 39, obtenga una muestra artificial de:

- a.1. Una Variable aleatoria con distribución uniforme en el intervalo [2, 6].
- a.2. Una Variable aleatoria con distribución exponencial con media 3 ($\frac{1}{\lambda} = 3$).

b) Con los números aleatorios 2707 - 8705 - 7298 - 0500 - 3901, obtenga otra muestra artificial de:

- b.1. Una Variable aleatoria con distribución normal de media 100 y desviación estándar 20.
- b.2. Una Variable aleatoria con distribución Poisson con media 2.
- b.3. Una Variable aleatoria de la cual, 1000 observaciones de su presentación en el pasado arrojaron el siguiente resultado:

Valores de la Variable	Número de veces que se presentó ese valor de la variable
0	59
1	166
2	268
3	278
4	142
5	87

Problema N° 2

El siguiente conjunto de datos expresa la demanda diaria de un artículo.

Demanda	Frecuencia
18	15
19	28
20	40
21	86
22	75
23	42
24	14

- a) Con esos datos y con los números aleatorios 0243 - 4918 - 5846 - 6632 - 8427 - 0147 - 8266 - 1539 - 0429 - 7295 simule la demanda para 10 días y calcule la demanda promedio a medida que aumenta el número de simulaciones.
- b) Realice un gráfico con la demanda en cada simulación y la demanda promedio a medida que aumenta el número de simulaciones.

Problema N° 3

El tiempo entre llegadas de los clientes al *Banco Money SA* puede describirse a través de una distribución de probabilidad. Suponiendo que el primer cliente ingresa a las 08:00 hs., simule la llegada de 12 clientes e indique la hora en la que entra el cliente número 12 al banco, bajo los siguientes supuestos:

- El tiempo entre llegadas sigue una distribución exponencial con media 5 minutos.
- El tiempo entre llegadas sigue una distribución uniforme en el intervalo [5,7] minutos.

En ambos casos utilice los siguientes números aleatorios de dos cifras.

45 - 65 - 06 - 59 - 33 - 70 - 32 - 79 - 24 - 35 - 98 - 51

Problema N° 4

El tiempo que un auto permanece en una playa de estacionamiento céntrica tiene distribución normal con tiempo medio 45 minutos y desviación típica 15 minutos. Simule el tiempo de ocupación de 10 automóviles y calcule el tiempo promedio de permanencia de los vehículos en la playa.

Utilice los siguientes números aleatorios:

6279 7508 0222 7315 562 4674 6433 7018 9190 2109

Problema N° 5

Una compañía aseguradora elaboró la siguiente distribución de probabilidad para los reclamos por accidentes automovilísticos pagados durante el año pasado.

Pago (\$)	Probabilidad
0	0,72
500	0,10
1.000	0,06
2.000	0,05
5.000	0,03
8.000	0,02
10.000	0,02

Usando los números aleatorio que se dan a continuación, simule los pagos para 10 asegurados. ¿Cuántos reclamos se pagan y a cuánto asciende la cantidad total pagada a los asegurados?

N°	0,8627	0,5938	0,9329	0,8281	0,4018
Random	0,7837	0,2267	0,8649	0,7367	0,2143

Problema N° 6

Con base en la experiencia se ha determinado que el tiempo necesario para terminar un examen de Métodos Cuantitativos se distribuye uniformemente en el intervalo [50,70] minutos. En un examen en particular se presentan 10 alumnos. Utilizando los siguientes números aleatorios que se dan a continuación, determine cuántos estudiantes estarán todavía trabajando cuando el profesor detenga el examen a los 60 minutos.

N° Random	0,8086	0,8294	0,4216	0,4868	0,6820
	0,8703	0,3003	0,1766	0,1644	0,4597

Problema N° 7

Una fábrica de autopartes ha registrado la siguiente frecuencia de obreros que no asisten al trabajo tomando la información de los en los últimos 100 días:

Cantidad de obreros ausentes	Cantidad de días
0	36
1	38
2	19
3	6
4	1
5 o más	0

- Elabore una distribución de frecuencias relativas para los datos anteriores.
- Utilizando números aleatorios que se dan a continuación, simule el ausentismo para un período de 20 días.

N° Aleatorio	
5076	1015
4747	3748
8604	1866
8069	1271
0064	1704
6347	8766
6118	3729
9177	8946
8865	1829
7425	1519

- Calcule el beneficio que obtendría la industria automotriz, en 20 días, si decidiera tener una nómina de 21, 22 ó 23 obreros en lugar de 24, considerando la siguiente información:

- El proceso de operación de la planta requiere un mínimo rígido de 20 obreros. Si menos de 20 obreros concurren en un día determinado, la planta debe suspender la producción. No obstante, se puede operar satisfactoriamente con 20 obreros o más.
- Cuando la fábrica está en operaciones, se elaboran autopartes con un valor de venta de \$ 80.000 diarios. Los costos variables de producir y vender esos productos, excluida la mano de obra, son \$ 24.000.
- La fábrica siempre ha tenido 24 personas en su lista de personal de planta en el pasado.
- Todos los obreros de la planta son permanentes, es decir, trabajan con una relación de empleo fija. Esto implica que la empresa paga a todos los obreros que se presentan a trabajar cada día, aún en el caso de que la planta no pueda operar, y los obreros ausentes también reciben su retribución íntegra ese día. Las remuneraciones, incluyendo beneficios adicionales y cargas sociales, promedian \$ 750 por día para cada obrero.

Problema N° 8

Un miembro del equipo de investigación y desarrollo de una fábrica de electrodomésticos presentó a los directivos de la empresa, el prototipo de una nueva aspiradora de pequeño tamaño y alta potencia, con la intención de que éstos analicen la conveniencia de lanzar este nuevo producto al mercado.

El costo fijo para producir la nueva aspiradora en el primer año de lanzamiento es de \$120.000 y se ha estimado que los costos de mano de obra y materiales serán de \$550 por unidad.

El precio de venta no se ha podido establecer, ya que el mismo dependerá de las condiciones del mercado, pero se estima que puede seguir una distribución uniforme entre 1.000 y 1.250 pesos por unidad.

Por otra parte, la demanda también tiene un comportamiento aleatorio y en base a un estudio de mercado se calcula que para el primer año, tendrá la distribución descrita en la tabla siguiente:

Demanda (unidades)	Probabilidad
700	0,12
800	0,28
900	0,32
1.000	0,16
1.100	0,12

Se pide:

- a) Utilizando los números R_n de la tabla que se presenta a continuación, realice 15 ensayos que simulen el precio de la aspiradora en el primer año de lanzamiento.

- b) Utilizando los números R_n de la tabla que se presenta a continuación, realice 15 ensayos que simulen la demanda de la aspiradora en el primer año de lanzamiento.
- c) Elabore una planilla en la que pueda registrar los ensayos de simulación, los costos variables y totales, y la utilidad de lanzar a la venta la aspiradora en el primer año.
- d) Calcule la utilidad promedio de los 15 ensayos de lanzamiento de la nueva aspiradora.
- e) Considere que la demanda de la aspiradora sigue una distribución Normal (850, 50) unidades.
- 1) Utilizando los números R_n de la tabla que se presenta a continuación, realice 15 ensayos que simulen la demanda de la aspiradora en el primer año de lanzamiento.
 - 2) Elabore una planilla en la que pueda registrar los ensayos de simulación y los costos variables y totales y la utilidad de lanzar a la venta la aspiradora en el primer año.
 - 3) Calcule la utilidad promedio de los 15 ensayos de lanzamiento de la nueva aspiradora.
 - 4) Compare los resultados obtenidos en 3 con los del inciso d).

Rn para Demanda				Rn para Precio			
0,1725	0,3919	0,5901	0,4609	0,0101	0,3779	0,7962	0,3244
0,2851	0,1166	0,6631	0,3496	0,8938	0,6083	0,6597	0,1319
0,7121	0,3803	0,6667	0,0645	0,9775	0,4171	0,0922	0,5071
0,3754	0,7758	0,2129	0,4459	0,3878	0,3837	0,0914	0,3316

Problema N° 9

En un negocio de diarios y revistas de un hipermercado, se ha analizado durante 300 días la demanda del periódico de mayor tirada de la ciudad, llegando a la conclusión de que la demanda diaria de este periódico es la que corresponde a la siguiente tabla:

Demanda por día	Frecuencia
20	15
21	30
22	45
23	90
24	75
25	45

El encargado del negocio compra cada periódico a \$ 10. Los que no se venden en el día los puede devolver obteniendo un reembolso de \$ 2. Si le solicitan un periódico y no está disponible, ha calculado un costo de \$5 atribuible a la utilidad perdida.

El encargado está analizando dos políticas alternativas de pedidos:

- a. Comprar cada día una cantidad igual a la que se vendió el día anterior más el número de ventas perdidas el día anterior.
- b. Comprar cada día 23 periódicos.

Se desea simular 20 días de cada política con el objeto de determinar el costo promedio diario proveniente de la comercialización de periódicos y la elección de la política óptima. (Suponga que la demanda anterior al primer día fue de 20 periódicos y que se perdieron 3 ventas).

Nota: Utilice los siguientes números aleatorios para generar las cantidades diarias demandadas para probar ambas políticas:

22 50 13 36 91 10 72 74 76 82 94 56 67 66 60 05 82 00 79 89

Problema N° 10

Una empresa distribuidora de materiales descartables, ha identificado que la demanda semanal, de uno de sus principales productos, puede describirse a través de una distribución de probabilidad Normal con una media de 100 unidades y una desviación estándar de 20.

La empresa recibe entregas semanales de su proveedor y reabastece su inventario a un nivel de Q unidades al principio de cada semana. Este nivel de inventario inicial se denomina nivel máximo.

Compra cada producto a \$75 y lo vende a \$125 y si la demanda semanal es menor que el nivel máximo Q , se carga un costo por excedentes de \$15 por cada unidad que no se vende.

Sin embargo si la demanda semanal es mayor que el nivel máximo, ocurre una ruptura en el inventario y se produce un costo por faltantes. Debido a que la empresa asigna un costo \$30 por cada cliente al que no se puede satisfacer, se carga un costo de faltantes de \$30 por cada unidad de demanda insatisfecha.

A la administración le gustaría emplear un modelo de simulación para determinar la utilidad neta semanal promedio resultante de usar un nivel máximo en particular; también quisiera información sobre el nivel de servicio.

Realice 50 simulaciones en planilla de cálculo e informe a la empresa sobre lo solicitado.

Problema N° 11

Un Vendedor debe elegir entre dos productos similares que se venden a \$160 c/u.

El producto 1 se debe tirar dos días después de comprado (porque al final del tercer día se descompone) y el producto 2 tiene un vencimiento a más largo plazo y puede ser vendido también el tercer día o después.

El precio de costo es de \$ 100 para el Prod.1 y \$ 130 para el Prod.2.

La política de pedidos consiste en realizar un pedido de 15 unidades cada 3 días.

Considere que no se posee stock inicial pero se hace un pedido que llega inmediatamente. No se considerará la utilidad no obtenida ya que si no se cuenta con el producto para atender la demanda del día, se pierde esa venta.

Simule el proceso durante 15 días considerando que en el caso del Producto 2 las unidades sobrantes del día 15, tienen un valor de recupero de \$11.

Seleccione el producto que le ofrece al vendedor el mayor beneficio total, teniendo en cuenta que la demanda, cualquiera sea el producto, se comporta según la siguiente distribución de probabilidad:

Cantidad en unidades	3	4	5	6	7
Probabilidad	0,15	0,25	0,35	0,20	0,05

Para la simulación utilice los siguientes números aleatorios:

94 74 62 11 17 66 54 30 69 08 27 13 80 10 54 60 49 78 66 44

Problema N° 12

Una empresa desea evaluar dos políticas de gestión de stock con el fin de determinar la más conveniente. La política A consiste en aprovisionar el stock con un pedido de 180 decenas cada 7 días. La política B consiste en efectuar un pedido cada 10 días con una cantidad igual a la demanda en los 10 días anteriores (incluido el día que hace el pedido). Tenga en cuenta que los pedidos se hacen al final del día y la empresa trabaja los siete días de la semana.

La demanda es aleatoria y su distribución se muestra en la tabla siguiente:

Demanda x día (decenas)	Probabilidad
0	0,05
10	0,12
20	0,18
30	0,25
40	0,22
50	0,18

Cada pedido ingresa al almacén con una demora que oscila entre 1 y 4 días con la siguiente distribución de probabilidad:

Demora (días)	Probabilidad
1	0,15
2	0,20
3	0,40
4	0,25

Se considerará que una demora de 1 día corresponde a los casos en que el producto llega al inicio del día que sigue al que se hizo el pedido.

El costo de almacenamiento es de \$ 30 por día y por unidad de producto y el costo de ruptura es de \$ 50 por día y por unidad de producto.

El costo de pedido depende de la cantidad a pedir según la siguiente tabla:

Decenas pedidas	Costo (\$)
0 - 100	400
101 - 250	580
Más de 250	700

En este momento cuenta con 20 decenas en stock. Se hará un pedido el primer día. La demanda de los 9 días anteriores fue de 200 decenas.

Realice la simulación por el término de 25 días.

Utilice los números Random extrayéndolos de las tablas que se dan a continuación:

Rn para Demanda					Rn para la Demora		
0,3707	0,6189	0,3492	0,4653	0,0910	0,0709	0,6152	0,8952
0,3468	0,4267	0,5262	0,2658	0,2129	0,2944	0,7563	0,2502
0,7285	0,9372	0,6332	0,8928	0,3226	0,9827	0,2211	0,7315
0,8899	0,7283	0,0886	0,4728	0,1021	0,8306	0,7958	0,1824
0,6222	0,7369	0,7520	0,3286	0,6357			

Problema N° 13

Una agencia de venta de automóviles, tiene 5 vendedores. Todos los vendedores trabajan a comisión. Esto es, se les paga un porcentaje de las ganancias generadas por los automóviles que venden. La agencia tiene 3 tipos de automóviles: de lujo, medianos y compactos. Los datos históricos muestran que las ventas semanales por agente tienen la distribución de la siguiente tabla:

Ventas semanales por agente	0	1	2	3	4
Probabilidad	0,20	0,30	0,30	0,15	0,05

Si el auto es compacto, al vendedor se le paga una comisión de \$4.000. Para un automóvil mediano, la comisión es de \$5.000 o \$6.000, dependiendo del modelo vendido, históricamente se ha pagado \$5.000 el 40% de las veces (modelo 1) y \$6000 el 60% de las veces (modelo 2). Para un automóvil de lujo, se paga comisión de acuerdo con tres tarifas diferentes en función al modelo: el 35% de las veces \$8.000 pesos (modelo A); \$10.000 pesos el 40% de las veces (modelo B) y \$15.000 pesos el 25% de las veces (modelo C). La distribución de los tipos de autos que se venden es la que aparece en la tabla siguiente:

Tipos de autos	Compacto	Mediano	De lujo
Probabilidad	0,50	0,35	0,15

Se pide:

Utilizando números Rn de la tabla que se provee a continuación (a medida que se van necesitando para cualquier variable), simule 8 semanas de operación de venta de la agencia y estime cuál es la comisión promedio de un vendedor en una semana.

Números Random				
0,0235	0,6263	0,5104	0,7300	0,4058
0,7825	0,9724	0,6752	0,3867	0,9948
0,4585	0,6460	0,0520	0,3884	0,5537
0,6498	0,4138	0,3349	0,5962	0,8602
0,9286	0,328	0,3843	0,3416	0,0390
0,4943	0,7190	0,0035	0,1910	0,1795
0,6095	0,6135	0,6607	0,4087	0,2928
0,3114	0,3043	0,4070	0,8312	0,3221
0,2745	0,8369	0,9963	0,0598	0,9218
0,7206	0,9071	0,8604	0,6202	0,1932
0,2131	0,7188	0,3275	0,7632	0,5498
0,5986	0,2370	0,8749	0,9984	0,9335
0,0887	0,7408	0,0287	0,7625	0,5974
0,4954	0,2710	0,7908	0,7120	0,6481

Problema N°14

El precio de una acción de la empresa "Agrícola S.A." en la Bolsa de Buenos Aires es actualmente de \$ 280. A continuación se presenta la distribución de probabilidad que refleja el cambio en el precio que puede sufrir la acción en un mes:

Cambio en el precio de la acción	-50	-30	0	+20	+50	+70
Probabilidad	0,05	0,14	0,28	0,23	0,17	0,13

- a) Dado el precio de \$280 que registra la pizarra actualmente y los números random que se dan en la tabla, simule el precio de la acción para los siguientes 6 meses y calcule el rendimiento de la acción al mes 6.

N° Random	0,9036	0,9554	0,9185
	0,6890	0,9510	0,1113

- b) Empleando una planilla de cálculo, realice 100 ensayos de simulación. Con esta información:
1. Calcule el rendimiento de la acción al mes 6 en cada ensayo de simulación.
 2. Calcule el rendimiento medio, la varianza y la desviación estándar de los 100 ensayos.
 3. Calcule y grafique la distribución de frecuencias de los 100 rendimientos en 8 intervalos de igual amplitud.
 4. Determine el intervalo modal.
 5. Analice la información obtenida y aconseje al inversor, si la única inversión alternativa que se evalúa es la colocación a plazo fijo, a 6 meses, a una tasa del 0,15 nominal anual.

Problema N°15

Martín ha montado un taller de reparaciones de pequeños electrodomésticos. Como medio de promoción, ha publicitado que garantiza poder reparar ciertas fallas de algunos aparatos en 60 minutos o menos a un precio de \$300 por reparación. La garantía indica que si el trabajo no es entregado en ese tiempo, el cliente recibe la reparación gratuitamente.

Para Martín el costo promedio de la reparación, independientemente del tiempo que se demore, es de \$ 170.

El tiempo que se demora en realizar cada servicio se puede aproximar con una distribución exponencial, con tiempo medio de reparación ($1/\mu$) de 40 minutos por aparato.

Con los números aleatorios que se dan en la tabla, simule 20 clientes para determinar:

- a) El beneficio promedio.
- b) La probabilidad de obtener pérdidas.

Números Aleatorios			
78424	69540	38851	79724
54099	41773	66033	26113
10540	97450	59231	01222
36317	43119	72384	88847
90976	76472	56951	88258

Problema N°16

Una empresa ha lanzado al Mercado de Valores una serie de Obligaciones Negociables. Por ser la primera vez que utiliza este instrumento no tiene parámetros para saber si cotizará a la par, bajo la par (precio de Intercambio en el mercado < Valor Nominal) o sobre la par (precio de Intercambio en el mercado > Valor Nominal). Las obligaciones negociables están siendo ofrecidas en el mercado primario y la máxima oferta posible es de 2.000 títulos diarios. De los datos aportados por otra empresa que realiza la misma actividad y cotiza en el mercado, se ha podido estimar la siguiente demanda diaria:

Obligaciones Negociables colocadas en el mercado	Marca de clase	Probabilidad
1-500	250	0,21
501-1.000	750	0,33
1.001-1.500	1.250	0,40
1.501-2.000	1.750	0,06

La cotización del título en el Mercado de Valores (en \$) se distribuye uniforme [850; 1.200] y el Valor Nominal de cada título es de \$1.000.-

Se solicita:

- a) Considerando que cuenta con 4 días para realizar la colocación de los títulos en el mercado primario, realice un ensayo que permita determinar los títulos demandados en esos cuatro días y las cotizaciones correspondientes, sin tener en cuenta los centavos, e indique el monto total obtenido por la colocación. Considere los siguientes números aleatorios:

Para la Demanda	78	49	13	33
Para la Cotización	9614	0223	4286	6271

b) A partir de la simulación efectuada en el inciso anterior, seleccione la opción correcta y justifique adecuadamente:

- 1) La probabilidad de que en un día particular el título cotice sobre la par es de 0,25.
- 2) La probabilidad de que la demanda diaria sea de por lo menos 1.000 Obligaciones Negociables es de 0,25.
- 3) Si las obligaciones negociables cotizan a la par, la demanda diaria será de 750 títulos.
- 4) Todas las afirmaciones son correctas.
- 5) Todas las afirmaciones son incorrectas.

Problema N°17

Una empresa ha decidido instalar un nuevo sistema de computación que mejorará sustancialmente la velocidad de transmisión de datos. Las duraciones de las actividades asociadas a la instalación del sistema son variables aleatorias y en la siguiente tabla se detalla la información asociada a las mismas:

Actividad	Precedencias	Distribución de las duraciones (días)
A	-	Uniforme en el intervalo [6, 18]
B	-	Exponencial con media 9
C	A	Exponencial de media 16
D	A	Normal con media 16 y desviación típica 3
E	B	Normal con media 10 y varianza 4
F	B	Uniforme en el intervalo [5, 15]
G	C	Uniforme en el intervalo [2, 8]
H	D - E	Normal con media 14 y desviación típica 2
I	F	Uniforme en el intervalo [4, 18]

- a) Utilizando los números R_n que se dan a continuación, realice 10 simulaciones y determine:
- 1) La Duración mínima del proyecto en cada simulación.
 - 2) La Duración mínima promedio del proyecto y su respectiva desviación.
 - 3) El plazo a fijar si se desea terminar antes de la Duración mínima promedio con un nivel de confianza del 95%.
- b) Realice un gráfico con los tiempos de finalización del proyecto en cada simulación y los promedios de las duraciones del proyecto a medida que aumenta el número de simulaciones. Incluya además las desviaciones.

Números Random

0,7773	0,5576	0,3962	0,8763	0,5315	0,9085	0,4606	0,3901	0,6494	0,1171
0,0705	0,2233	0,2290	0,9421	0,8992	0,9611	0,4344	0,4954	0,0048	0,2850
0,3442	0,4722	0,2240	0,9046	0,2131	0,0234	0,4830	0,2710	0,0887	0,9826
0,9272	0,3537	0,6168	0,8178	0,7188	0,2665	0,8679	0,7908	0,7408	0,2608
0,3592	0,3800	0,5986	0,0756	0,3275	0,8564	0,9833	0,7120	0,0287	0,6063
0,0176	0,6127	0,2370	0,8076	0,7632	0,0985	0,5512	0,6481	0,7625	0,7083
0,2344	0,8536	0,8749	0,7743	0,5498	0,8306	0,5088	0,6161	0,5974	0,0067
0,2235	0,8370	0,9984	0,3712	0,8353	0,0058	0,5714	0,9607	0,8343	0,6494
0,4633	0,7674	0,9335	0,3228	0,1434	0,0525	0,0433	0,1449	0,5293	0,3626

- c) Empleando una planilla de cálculo realice 100 simulaciones de la duración del proyecto utilizando números aleatorios generados automáticamente y proponga una descripción de los valores obtenidos.

Problema 18

Usted debe asesorar a una persona que desea invertir en el mercado de valores, constituyendo una cartera de 100 obligaciones negociables de dos empresas que cotizan en la Bolsa de Comercio (AZ y BX), teniendo en cuenta las siguientes opciones:

- **Cartera de inversión 1:** consiste en adquirir 20% de obligaciones de AZ y 80% de BX.
- **Cartera de inversión 2:** consiste en adquirir la misma cantidad de obligaciones de cada empresa.

AZ es una empresa dedicada a la explotación de hidrocarburos. Analizando los precios registrados por los títulos durante 80 días se ha registrado la siguiente distribución de frecuencias:

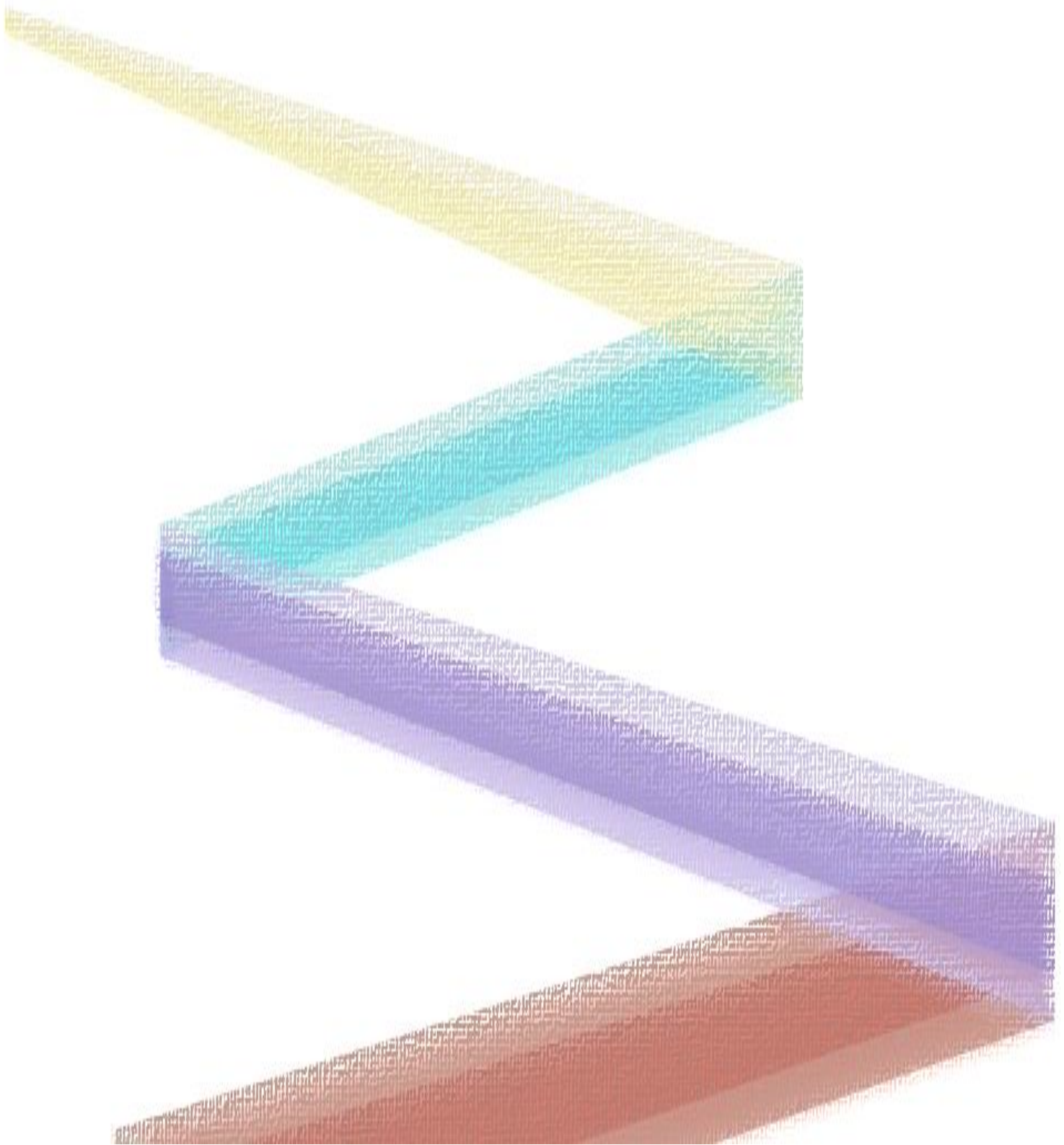
Precio AZ	350	380	410	440	470
Días	8	15	20	22	15

Se considera el precio de los títulos de esta empresa dentro de dos meses seguirá la distribución que resulta de la información recolectada para los 80 días analizados. BX es una empresa dedicada a la explotación minera y se espera que el título dentro de dos meses siga una distribución Normal con media \$400 y desvío típico de \$100.

Se pide:

- a) Con los números aleatorios 25 – 77 – 47 – 59 – 03 (en ese orden), simule el precio que tendrá la obligación negociable de AZ dentro de dos meses, explicando cómo obtuvo los resultados.
- b) Con los números aleatorios 91 – 69 – 05 – 27 – 98 (en ese orden), simule el precio que tendrá la obligación negociable de BX dentro de dos meses, explicando cómo obtuvo los resultados.
- c) Utilizando los precios de las obligaciones simulados en los incisos a) y b), en el orden dado, determine el valor que tendrán las carteras dentro de dos meses.
- d) Determine valor promedio de las carteras dentro de dos meses y la probabilidad de que cada cartera no resulte conveniente si el inversor considera que esta circunstancia se dará dentro de dos meses su valor es inferior a \$40.000.
- e) Empleando una planilla de cálculo replique los incisos a) a d) realizando 100 ensayos y compare los resultados con los obtenidos en el inciso d).

PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS



Problema N° 1

Dado el conjunto X de actividades de un proyecto complejo y el conjunto U de pares ordenados que representan las relaciones entre ellas:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8\}$$

$$U = \left\{ (x_1, x_2), (x_1, x_3), (x_1, x_4), (x_2, x_5), (x_3, x_6), (x_4, x_6), \right. \\ \left. (x_4, x_7), (x_5, x_8), (x_6, x_8), (x_7, x_8) \right\}$$

Se pide:

- Defina la red a través de aplicación Γ .
- Grafique la red.
- Enumere el conjunto de arcos incidentes hacia el exterior del nodo 4.
- Enumere el conjunto de arcos incidentes hacia el interior del nodo 6.
- Identifique los caminos que unen el vértice x_1 con el vértice x_8 , según como se pide a continuación:
 - Caminos por los arcos.
 - Caminos por los vértices.
- Determine la longitud de los caminos que unen el vértice x_1 con el vértice x_8 .
- Expresa $\Gamma(x_4)$.
- Expresa $\Gamma^{-1}(x_6)$.

Problema N° 2

Una fábrica se encuentra en el proceso de planificación de un nuevo producto que consiste en tres partes (A, B y C). La fábrica prevé que el proceso de diseño de las partes se puede realizar en 5 semanas. Una vez completado este proceso estima que se necesitarán 2 semanas para fabricar la parte A, 5 semanas la parte B, y 4 semanas la parte C. El proceso de fabricación de las partes se realiza en forma paralela. Una vez finalizada la producción de la parte A, se debe probar y esto insumirá 2 semanas. El proceso de ensamble continuará de la siguiente manera: primero se ensamblan las partes A y B y esto tiene una duración de 2 semanas. A continuación se añade la parte C con una duración de 1 semana. Posteriormente el producto final debe experimentar pruebas durante 1 semana.

Se solicita:

- Realice la representación gráfica del proyecto.
- Determine el tiempo mínimo en que podrá completarse el proyecto.
- Establezca el listado de las tareas críticas que lo conforman. Justifique.
- Calcule e interprete el margen libre de las tareas B, C y D.

Problema N° 3

Esteban Domínguez debe planear y coordinar un curso de capacitación para un grupo de empleados de la empresa y para ello ha elaborado un listado de las actividades involucradas y sus relaciones de precedencia. Sobre la base de la experiencia de un seminario dictado el año anterior, ha estimado los tiempos de realización de cada una de ellas. Esta información se presenta a continuación:

Actividad	Descripción	Precedida por	Duración (días)
A	Relevamientos potenciales de lugares para dictar la capacitación	--	3
B	Contacto y contratación de los capacitadores	--	6
C	Selección de empleados a capacitar	--	3
D	Determinación y alquiler del equipamiento necesario	A	4
E	Selección del lugar de capacitación y confección del contrato	A	2
F	Instalación de equipamiento en el lugar de la capacitación	D	3
G	Preparación de material y folletería del curso	B, E	12
H	Notificación a los empleados seleccionados	C	1
I	Preparación de sala de capacitación y ajuste de los últimos detalles	F, G	2
J	Dictado de la capacitación	H, I	5

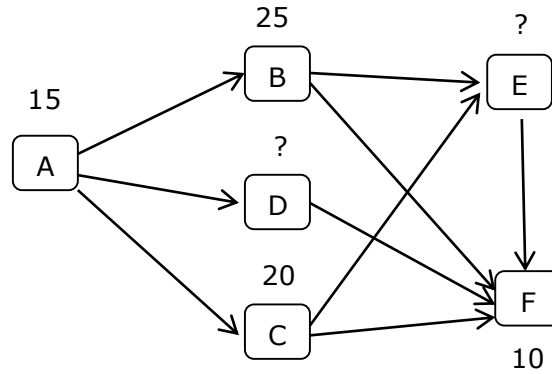
Se solicita:

- Grafique la red del proyecto utilizando el método francés.
- Identifique los caminos por los nodos de la red.
- Calcule el valor de cada camino e indique cuál es el crítico. Justifique.
- Determine la Duración total del proyecto calculando los momentos de inicio y finalización más tempranos posibles y más tardíos permisibles.
- ¿Qué sucedería con el tiempo de finalización de la capacitación si la actividad, *Relevamiento de los lugares potenciales para dictar la capacitación*, insume cuatro días? Justifique.

Problema N° 4

La empresa responsable de la realización de una campaña publicitaria ha recibido un fax con la red del proyecto indicando las actividades, sus duraciones, las dos rutas críticas y la duración de la campaña, que es de 60 semanas. Debido a la mala calidad del fax, no se entendía bien la duración de las actividades E y D. Pero conociendo la duración mínima del proyecto es posible saber la duración de estas actividades.

En base a la figura que se encuentra a continuación, encuentre la duración de las actividades D y E.



Se solicita:

- Enumere el conjunto de los arcos incidentes hacia el interior del nodo F.
- Expresa $\Gamma^{-1}(F)$
- Enumere el conjunto de los arcos incidentes hacia el exterior del nodo A.
- Determine la longitud del camino formado por las actividades A, C, E y F por sus actos y por sus vértices.

Problema N° 5

El banco BIXA S.A. en el marco de un programa de expansión de la entidad, desea instalar nuevas oficinas en la zona norte de la ciudad, con el objetivo de brindar una atención especializada a sus clientes. El gerente de planificación ha presentado al Directorio, un proyecto compuesto por 12 actividades, de las cuales se conoce la siguiente información:

Tarea	Descripción	Precedencia	Duración (semanas)
A	Diseño de un plan organizacional	--	10
B	Determinación del personal necesario	A	3
C	Planificación de nuevas instalaciones	A	11
D	Localización de nuevas oficinas	C	14
E	Diseño y adecuación de interiores	C	17
F	Trámites de compra y/o alquiler de inmuebles	C	9
G	Inspección y habilitación de organismos de control	D, F	4
H	Reasignación de personal	B	18
I	Contratar nuevos empleados	B	16
J	Capacitación del personal	H, I	13
K	Traslado de equipos y papelería	E, G	5
L	Preparación para inicio de actividades	K, J	2

Se solicita:

- a) Realice la representación gráfica del proyecto.
- b) Determine el tiempo mínimo en que podrá completarse el proyecto.
- c) Establezca el listado de las tareas críticas que lo conforman. Justifique.
- d) ¿Qué sucedería si se incrementa el tiempo de localización de nuevas oficinas?
¿Se producirían cambios en el tiempo de finalización del proyecto? ¿Por qué se producirían estos cambios?
- e) ¿Hasta cuántas semanas se puede demorar el Diseño y adecuación de interiores sin que se afecte el inicio más temprano de las tareas siguientes? Indique cómo lo determina y justifique.
- f) Calcule e interprete el Margen Total y el Margen Libre de la tarea F.

Problema N° 6

La empresa *Solares del Sur* dedicada a la comercialización de barrios privados, está elaborando un proyecto para el desarrollo de un housing ubicado en la zona sur de nuestra ciudad. A continuación se listan las actividades que se deben realizar:

Actividad	Descripción	Precedencia	Duración (meses)
A	Urbanización de la zona	--	3
B	Instalación de la luz en la urbanización	A	2
C	Construcción de los <i>Duplex</i>	A	12
D	Conexión de la red de agua en las viviendas	C	1
E	Pavimentado de las calles	D	5
F	Pavimentado de las aceras	E	3
G	Construcción de la piscina y áreas de uso común	B	15
H	Trabajos en servicios auxiliares de la urbanización	G	3
I	Parquización de espacios verdes de la urbanización	H	3
J	Conexión del gas en las viviendas	D	2
K	Conexión de electricidad en las viviendas	D	1
L	Parquización de jardines de las viviendas	J-K	2
M	Control y verificación	I - F - L	1

Se solicita:

- a) Realice la representación gráfica del proyecto.
- b) Calcule el tiempo mínimo en que podrá completarse el proyecto.
- c) Realice el listado de las tareas críticas.
- d) Suponiendo que se trabajan todos los meses, ¿En qué fecha estará finalizado el proyecto si se comienza con las tareas el primer día del mes próximo?

- e) Si la empresa quiere comenzar con la comercialización de los dúplex con seis meses de anticipación a la finalización del *housing*, ¿cuándo debería comenzar con la publicidad?
- f) Calcule e interprete el Margen Total de la tarea L.
- g) Calcule e interprete el Margen Libre de la tarea D.
- h) ¿Qué efecto tendrá sobre el tiempo de finalización calculado en b), un retraso de 2 meses en la tarea F?. Justifique los cambios que se producen.

Problema N° 7

Un estudio contable ha sido contratado para realizar la auditoría de una empresa de servicios y el responsable de auditar el rubro Caja y Bancos ha establecido el listado de actividades a llevar a cabo, identificando sus relaciones de precedencia. Como es la primera vez que debe auditar el rubro en una empresa de servicios, no ha podido determinar con certeza los tiempos de ejecución de cada tarea, por lo que para cada una de ellas cuenta con tres estimaciones de tiempo: optimista, normal y pesimista.

Tarea	Descripción	Predecesora Inmediata	Duraciones estimadas (días)		
			Optimista	Normal	Pesimista
A	Reunión con responsable del sector	--	0,5	1	1,5
B	Corte de documentación de ingresos y egresos	A	1,5	2	2,5
C	Obtención de Saldos de los registros contables generales	A	2	3	4
D	Arqueo de fondos y valores en caja	A	0,5	1	1,5
E	Visualización de registros y documentación de respaldo	B	3,75	4	5,75
F	Verificación de saldos de cuentas relacionadas	C	1	1,5	2
G	Obtención de confirmaciones de saldos de terceros que operaron con la empresa	C	2	3	5,5
H	Comparación de resultados del arqueo con registros	D	0,25	0,5	0,75
I	Obtención de la cotización de moneda extranjera existente al cierre	D	0,75	1	1,25
J	Verificación de la aplicación de las normas contables prof.	F, G, H, I	4	5	6
K	Emitir el informe de auditoría	J	2	3	4

Se solicita:

- a) Calcule la duración media, desviación estándar y varianza de cada actividad. Redondee a dos decimales.
- b) Determine el camino crítico y la Duración Total Esperada de auditar el Rubro Caja y Bancos.
- c) Calcule la probabilidad de que auditar el Rubro Caja y Bancos demore un día más que el tiempo mínimo esperado.
- d) El responsable de realizar la auditoría quisiera saber cuál es el plazo en el que podrá comprometerse a entregar el informe de auditoría del rubro al auditor general, de manera que la probabilidad de cumplir con el mismo sea de 0,995.

Problema N° 8

La empresa DuraSoft debe realizar un proyecto de diseño, implementación y puesta a punto de un nuevo Software para un cliente.

El encargado del proyecto ha identificado 8 actividades, cuyas descripciones, precedencias, tiempos medios de realización y desviaciones (en días), se detallan a continuación:

Actividad	Descripción	Precedida por	Duración Media (días)	Desviación Estándar (días)
A	Implementación del Módulo de Acceso a Datos	--	23	1,33
B	Implementación del Módulo de Servicios Básicos	--	25	1,67
C	Integración de Servicios y Acceso a Datos	A, B	10	0,33
D	Implementación de Interfaces de usuario	C		
E	Implementación del Módulo de Servicios Específicos	C	14	1,5
F	Investigación de Herramientas de Análisis de Datos	B	6	1
G	Implementación de Módulo de Análisis de Datos	F	12	0,17
H	Integración de Módulos, prueba y correcciones	D, E, G	16	1,50

Respecto de la actividad de Implementación de Interfaces de usuario (D), se ha estimado que como mínimo puede llevar 3 días, como máximo 7 y normalmente se realiza en 5 días.

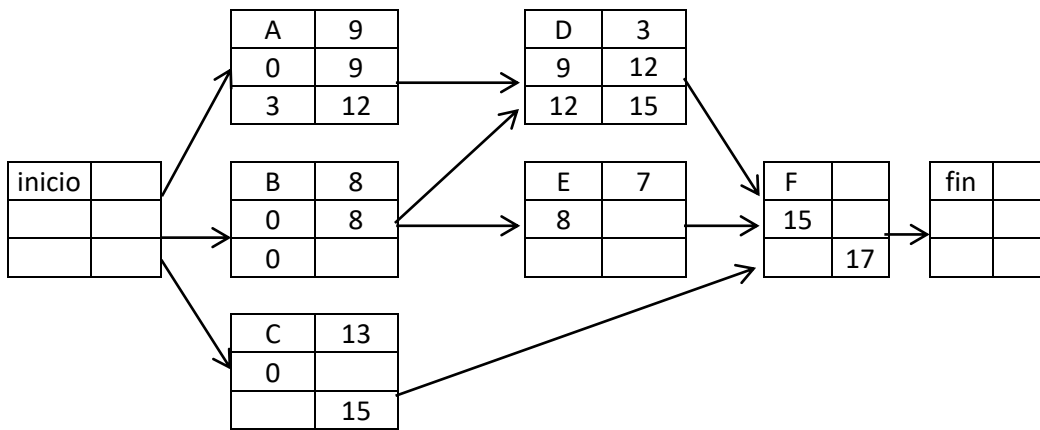
Se solicita:

- a) Determine el tiempo medio de realización y la desviación estándar de la actividad D. Indique las fórmulas que utiliza y complete la tabla.
- b) ¿Cuál es el tiempo mínimo esperado de realización del proyecto?

- c) Calcule la probabilidad de que el proyecto se demore hasta 5 días más del tiempo mínimo esperado de terminación.
- d) Calcule el plazo que se deberá fijar para la finalización del proyecto tal que la probabilidad de cumplir con el mismo sea de 0,90.
- e) Si al realizar la revisión de las estimaciones de las duraciones de las actividades se determinara que la actividad F tiene un tiempo medio de realización de 10 días y una desviación de 1,2 días, y la actividad D tiene un tiempo medio de realización de 12 días y una desviación de 0,9 días, ¿qué cambios se producirían en los resultados de los incisos a), b) y c)?

Problema N° 9

Dado un proyecto complejo del cual se sabe que la duración de sus actividades está expresada en días y además se conoce la siguiente información:



Se solicita:

- a) Complete los datos faltantes en los nodos.
- b) ¿Cuál será el tiempo mínimo de finalización del proyecto?
- c) ¿Cuál será el tiempo mínimo de finalización del proyecto si la actividad C se lleva a cabo en 19 días en lugar de los 13 días programados? Justifique su respuesta calculando el margen de la actividad e indicando la fórmula correspondiente.
- d) Calcule e interprete el margen libre de la actividad B. Indique claramente los cálculos y/o fórmulas para justificar su respuesta.
- e) Si suponemos que las duraciones de las actividades son variables aleatorias (con distribución de probabilidad conocida o desconocida):
 1. ¿Qué puede decir respecto a la duración total del proyecto?
 2. Explique cómo calcularía los parámetros (media y varianza) de la misma.

Problema N° 10

La compañía *H&J*, fabrica sistemas industriales de refrigeración. Recientemente, un miembro del equipo de investigación de nuevos productos presentó a los directivos un informe sugiriendo que la empresa considere la posibilidad de producir un sistema de enfriamiento no frost. Este nuevo producto podría contribuir a la expansión y afianzamiento de la *H&J* en el mercado interno. La administración desea estudiar la posibilidad de producirlo y comercializarlo en el menor tiempo posible, este estudio recomendará las acciones a tomar. Para realizarlo se debe obtener información de los departamentos de investigación y desarrollo, de ingeniería de producción, de costos y de investigación de mercado. En el siguiente cuadro se detallan las actividades que conforman este estudio, sus relaciones de precedencia y sus duraciones estimadas en semanas:

Actividades	Descripción	Precedida por	Duraciones estimadas (semanas)		
			Optimista	Más probable	Pesimista
A	Desarrollar diseño del producto	--	4	5	12
B	Planificación de la investigación de mercado	--	1	1.5	5
C	Ingeniería de producción	A	2	3	4
D	Construir modelo prototipo	A	3	4	11
E	Diseñar publicidad	A	2	3	4
F	Estimaciones de costo	C	1.5	2	2.5
G	Efectuar pruebas preliminares del producto	D	1.5	3	4.5
H	Realice la investigación de mercado	B - E	2.5	3.5	7.5
I	Preparar el informe de precios y pronósticos	H	1.5	2	2.5
J	Preparar el informe final	F - G - I	1	2	3

Se solicita:

- Sobre la base de las estimaciones de tiempo dadas, calcule el valor esperado y la desviación estándar del tiempo requerido para cada actividad.
- Determine el tiempo mínimo esperado de finalización del estudio de factibilidad del nuevo producto.
- Suponga que los directivos han asignado 20 semanas para la finalización del estudio. ¿Cuál es la probabilidad de que se cumpla en este tiempo?

- d) Calcule la varianza del tiempo esperado de finalización del proyecto de cada uno de los caminos no críticos de la red.
- e) Calcule la probabilidad de que cada uno de los caminos del inciso d) se termine en el plazo deseado por los directivos, de 20 semanas.
- f) ¿Por qué el cálculo de la probabilidad de terminar un proyecto en un tiempo dado se basa en el análisis del camino crítico? ¿Resultaría deseable hacer el cálculo de probabilidad en un camino no crítico? Comente.

Problema N° 11

La inmobiliaria *Suares y Suares S.A.*, está encargada de la comercialización de un complejo habitacional, en una zona residencial de la ciudad.

Este proyecto requiere la realización de determinadas tareas, las que se enuncian a continuación:

Actividad	Precedencia	Duración en días	Duración Acelerada en días	Costo Normal (\$)	Costo Acelerado (\$)
A	--	12	10	1000	1500
B	A	24	22	3000	4000
C	A	15	10	2500	4500
D	B - C	10	9	1000	1600
E	D	7	5	1800	2200
F	E	9	9	1000	1000
G	E	14	12	2500	2800

Se solicita:

- a) Realice el gráfico de la red de actividades y determine: el tiempo mínimo en que el proyecto puede estar terminado, las actividades críticas y el costo total normal asociado a este tiempo mínimo.
- b) Realice el acortamiento del proyecto de manera de reducir la duración total del proyecto a 60 días. ¿Cuál es el costo adicional que deberá afrontarse para realizar el proyecto en este tiempo?

Problema N° 12

Una empresa ha decidido instalar un nuevo sistema de computación que mejorará sustancialmente la velocidad de transmisión de datos. Las duraciones de las actividades asociadas a la instalación del sistema son variables aleatorias y en la siguiente tabla se detalla la información asociada a las mismas:

(*) De la actividad A se estima una duración más frecuente de 12, una duración mínima de 6 y una máxima de 18 días.

Actividad	Precedencias	Distribución de las duraciones (días)
A	--	Desconocida (*)
B	--	Exponencial con media 9
C	A	Exponencial de media 16
D	A	Normal con media 16 y desviación típica 3
E	B	Normal con media 10 y varianza 4
F	B	Uniforme en el intervalo [5, 15]
G	C	Uniforme en el intervalo [2, 8]
H	D - E	Normal con media 14 y desviación típica 2
I	F	Uniforme en el intervalo [4, 18]

Se solicita:

Complete el informe al Gerente General

Sr. Gerente General

S/D

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. A los efectos de informarle acerca del proyecto de instalación del nuevo sistema de computación.

El tiempo mínimo esperado que se requiere para que el nuevo sistema esté en marcha es de

Las actividades sobre las que es preciso ejercer un estricto control a fin de no retrasar su ejecución de manera de no retardar el inicio del funcionamiento del nuevo sistema son Si la actividad A se demorara cinco días, la instalación del nuevo sistema estará lista en y si la actividad B se realiza en 19 días, las sucesoras inmediatas podrán comenzar el y el nuevo sistema estará instalado en

Existe una probabilidad de 0,95 de poder tener el sistema instalado en La probabilidad de tener el sistema instalado en 42 días es de y de tenerlo instalado en 50 días es de.....

Quedando a su disposición para cualquier consulta que desee realizar, lo saluda
atte.

.....

Problema N° 13

Una empresa constructora ha solicitado a una fábrica de muebles de cocina, un presupuesto para la ejecución y colocación de 10 módulos con mesada de mármol para un edificio. Las actividades a llevar a cabo y su orden de precedencia se detallan a continuación:

Actividad	Descripción	Predecesoras Inmediatas
A	Compra y recepción de materiales	--
B	Corte y preparación de la madera	A
C	Armado del mueble bajo mesada	B
D	Colocación de mueble bajo mesada y mármol	C y H
E	Armado de alacenas	B
F	Colocación de alacenas	E
G	Corte de mármol	A
H	Perforación de mármol para bachas y pegado de las mismas	G

Como a la constructora se le está agotando el tiempo para cumplir con la fecha de entrega de las unidades, y el retraso está penalizado, ha solicitado al fabricante el desdoblamiento del presupuesto según un tiempo normal de ejecución y un tiempo de urgencia.

El dueño de la fábrica estimó un costo de materiales de \$ 17.500,00 y para estimar el costo por la ejecución elaboró los datos que se detallan en el siguiente cuadro:

Actividad	Duración Normal (días)	Costo Normal (\$)	Duración acelerada (días)	Costo de urgencia (\$)
A	3	350	2	650
B	4	2.500	2	4.500
C	6	5.000	3	8.000
D	4	2.500	3	2.750
E	5	5.000	2	6.500
F	3	2.500	3	2.500
G	6	4.000	5	5.250
H	3	3.000	2	4.500

Se solicita:

- a) Grafique la red del proyecto y determine:
 1. El tiempo mínimo en el que el trabajo encargado por la constructora puede estar terminado, si las actividades se realizan en su duración normal.
 2. Las actividades críticas.

3. El costo normal asociado a este tiempo.
- b) Realice el acortamiento de la red y determine el programa de reducción de las actividades detallando los costos asociados a cada etapa.
- c) Suponga que la empresa constructora solicita a la fábrica la ejecución del trabajo en 14 días. ¿Qué decisiones de acortamiento recomendaría Ud. para cumplir con el tiempo solicitado por la constructora?. ¿Qué costo adicional se requiere para poder cumplir con el tiempo de finalización de 14 días?

Problema N° 14

La empresa *Solares del Sur*, cuyo proyecto fue analizado en el **Problema N°6**, desea finalizar la obra en no más de 22 meses.

Considerando los datos que se dan en la tabla, asesore a *Solares del Sur* sobre las actividades a las que deberá asignar más recursos y cuál será el impacto en costos de esta reducción.

Actividad	Descripción	Duración normal (meses)	Duración mínima (meses)	Costo por mes de reducción (miles de dólares)
A	Urbanización de la zona	3	3	--
B	Instalación de la luz en la urbanización	2	2	--
C	Construcción de los Duplex	12	10	40
D	Conexión de la red de agua en las viviendas	1	1	--
E	Pavimentado de las calles	5	5	--
F	Pavimentado de las aceras	3	2	2
G	Construcción de la piscina y áreas de uso común	15	12	30
H	Trabajos en servicios auxiliares de la urbanización	3	2	3
I	Parquización de espacios verdes de la urbanización	3	2	2
J	Conexión del gas en las viviendas	2	2	--
K	Conexión de electricidad en las viviendas	1	1	--
L	Parquización de jardines de las viviendas	2	2	--
M	Control y verificación	1	1	--

Problema N° 15

Una empresa fabricante de carpas para eventos debe presupuestar la construcción e instalación de una carpa para una empresa de organización de eventos en una

localidad del interior de la provincia de Córdoba. Para ello, ha determinado el listado de tareas involucradas, con sus precedencias y ha estimado los costos asociados a la realización de este proyecto. La información se presenta a continuación:

Actividad	Descripción	Precedida por	Tiempo (días)	Costo Actual (\$)	Duración Mínima	Costo Acelerado (\$)
A	Elaboración de estructura y lona	--	5	5.000	4	6.000
B	Fabricación de mobiliario	--	7	7.000	7	7.000
C	Diseño de sistema eléctrico interior y exterior y ambientación	--	2	3.000	2	3.000
D	Armado de carpa	A	4	4.000	2	5.400
E	Fabricación de artefactos y ambientación	C	6	7.000	4	8.800
F	Instalación de mobiliario, sistema eléctrico interior y ambientación	B, D, E	3	2.350	2	4.500
G	Instalación de sistema eléctrico exterior	E	2	1.500	1	7.000

Los Costos Indirectos asociados a la ejecución del proyecto son los siguientes:

Días	14	13	12	11	10	9	8
\$	23.000	15.000	13.000	10.000	7.500	6.000	4.000

Se solicita:

- Construya la red correspondiente.
- Determine el tiempo mínimo de realización del proyecto y el camino crítico asociado.
- La gerencia desea completar el proyecto con mínimo costo a la brevedad posible, por lo que desea evaluar la posibilidad de reducir la duración del proyecto. Realice el acortamiento del mismo para determinar:

- El costo asociado al tiempo reducido.
- El tiempo asociado al costo total mínimo.

Problema N° 16

Marcelo Guzmán tiene un taller mecánico que se especializa en la reparación de automóviles que han sufrido un fuerte daño en accidentes de tránsito. Ha recibido

la solicitud de un presupuesto para la reparación de una camioneta 4x4 y a fin de estimar el mismo en función al tiempo que le llevaría repararla, Marcelo desglosó el proceso de reparación en cinco actividades:

Actividad	Descripción
A	Desarmado y preparación inicial del trabajo
B	Reparación de la carrocería
C	Reparación del motor
D	Ensamble final
E	Prueba y ajustes

Una vez terminada la actividad A, las actividades B y C pueden llevarse a cabo de manera independiente una de otra. Sin embargo, la actividad D sólo puede iniciarse una vez finalizadas B y C. De la misma manera, E sólo puede comenzar cuando D haya terminado.

Sobre la base de la revisión del automóvil y su experiencia anterior, Marcelo ha realizado las siguientes estimaciones de tiempo de realización de cada actividad, expresados en días:

Actividad	Distribución de Probabilidad
A	Desconocida
B	Uniforme [7, 13]
C	Normal (6;2)
D	Exponencial, media = 5
E	Desconocida

Para las actividades A y E, ha estimado los siguientes tiempos de ejecución:

Actividad	A	E
Duración Optimista	4	1
Duración Normal	7	4
Duración Pesimista	10	7

Estima que los materiales necesarios para la reparación de la carrocería costarán \$18.000 y para el motor, \$12.000. El costo de mano de obra es de \$500 diarios.

Se pide:

- Construya la red del proyecto y determine el tiempo esperado de finalización.
- Si a Marcelo se le encarga el trabajo con un presupuesto de \$ 40.000, ¿cuál es la probabilidad de que pierda dinero al hacer la reparación?
- Si Marcelo demorara 29 días en reparar la camioneta, habiendo concertado un presupuesto en base a los costos asociados al tiempo de finalización esperado,

¿cuánto dinero perdería?, ¿cuál es la probabilidad de que se presente esta situación?

d) ¿Cuántos días debería presupuestar para que la probabilidad de no perder dinero sea de 0,95?

Problema N° 17

Tres amigos han decidido formar una sociedad a fin de emprender una actividad comercial, para lo cual es necesario solicitar ciertos permisos y habilitaciones ante el municipio y la provincia. En base al asesoramiento recibido por un Contador, han definido los siguientes tiempos de duración (expresados en días) de las actividades involucradas en el proceso de constitución de su sociedad.

Actividad	Descripción	Precedida por	Tiempo Normal (en días)
A	Reunión de la documentación personal de los socios y redacción del contrato social	--	5
B	Estudio y asesoramiento de especialista en Higiene y Seguridad	--	8
C	Acondicionamiento del local comercial de acuerdo a la normativa de higiene y seguridad	B	6
D	Solicitud de clave fiscal e inscripción ante organismos fiscales	A	3
E	Presentación de formularios y pago de tasas de habilitación municipal y provincial	B, D	8
F	Inspección de organismo de contralor	C, E	4
G	Recepción de habilitación y preparación para inicio de actividades	F	8

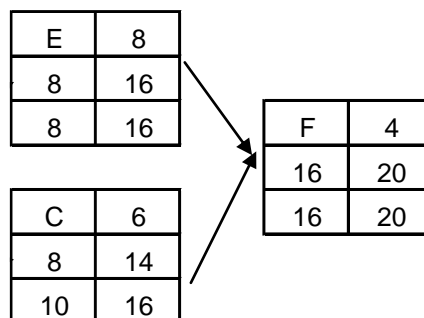
A continuación se detallan los caminos que unen el nodo inicio con el nodo fin:

$$\mu_1 = \{Inicio; A; D; E; F; G; Fin\} ; \mu_2 = \{Inicio; B; E; F; G; Fin\} \text{ y } \mu_3 = \{Inicio; B; C; F; G; Fin\}$$

Responda las siguientes consignas, **sin construir la red en ningún apartado.**

Se solicita:

- a) Identifique el o los caminos críticos.
- b) Teniendo en cuenta el siguiente fragmento de la red representativa del proyecto considerado:



Si se retrasa en 3 días el "Acondicionamiento del local de acuerdo a la normativa de higiene y seguridad", ¿qué consecuencias tendría sobre el inicio de la "Inspección del organismo de contralor"?

- c) El siguiente cuadro muestra información complementaria respecto a costos y tiempos acelerados de ejecución de las actividades (expresados en días):

Actividad	Tiempo Acelerado (días)	Costo Normal (\$)	Costo Acelerado (\$)
A	4	1.600	2.000
B	7	5.000	5.250
C	3	1.400	1.700
D	2	250	300
E	8	250	250
F	4	2.400	2.400
G	5	1.600	3.400

A continuación se proporcionan los costos indirectos asociados a los distintos tiempos de finalización, si éstos existieran:

Días	25	26	27	28	29
Costo (\$)	875	960	990	1.100	1.250

Si se desea reducir en un día el *tiempo de constitución de la sociedad*: indique la/s alternativa/s de reducción posibles y calcule el costo total de abrir el negocio en ese tiempo.

- d) Suponiendo que los tiempos de realización de las actividades son aleatorios, a continuación se presentan los tiempos medios (en días) y desviaciones estándares de cada una de las actividades:

Actividad	A	B	C	D	E	F	G
Tiempo Medio (días)	5	8	6	3	8	4	8
Desviación Estándar	1	3		2		1	0,5

Se sabe además que la actividad "E" tiene un tiempo optimista de realización 5 días, un tiempo pesimista de 15 días y un tiempo normal de 7 días. Por otra parte, la duración de la actividad "C" se distribuye normal con duración media 6 días y desviación estándar 0,50 días.

- Determine cómo se distribuye el tiempo de constitución de la sociedad, indicando los parámetros que caracterizan a esa distribución.
- ¿Cuántos días antes de la fecha deseada de inauguración, deberían comenzar los amigos los trámites de manera tal que la probabilidad de poder inaugurar su negocio en tal fecha sea de 0,95?

3. Si quieren tener una probabilidad de 0,99 de inaugurar su negocio el día 1 de noviembre y considerando que los trámites se realizan en días hábiles, qué día deberían comenzar las gestiones?

Septiembre							Octubre							Noviembre							
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	
1	2	3	4	5	6	7	6	7	8	9	10	11	12							1	2
8	9	10	11	12	13	14	13	14	15	16	17	18	19	3	4	5	6	7	8	9	
15	16	17	18	19	20	21	20	21	22	23	24	25	26	10	11	12	13	14	15	16	
22	23	24	25	26	27	28	27	28	29	30	31	17	18	19	20	21	22	23			
29	30												24	25	26	27	28	29	30		

Problema N° 18

En las siguientes tablas se detalla información de un proyecto complejo:

Actividad	Precedida por	Duración Normal (días)	Duración Acelerada (días)	Costo Normal (\$)	Costo Acelerado (\$)
A	--	6	4	1.100	9.100
B	--	15	14	2.600	5.600
C	A	7	5	1.700	6.700
D	A	10	8	1.500	5.500
E	C	6	3	2.100	9.000
F	B, D	7	6	1.000	11.000
G	E, F	7	7	2.000	2.000

Duración Total (días)	26	27	28	29	30	31	32
Costos Indirectos (\$)	11.230	12.000	14.000	21.000	33.000	38.000	41.150

Se pide:

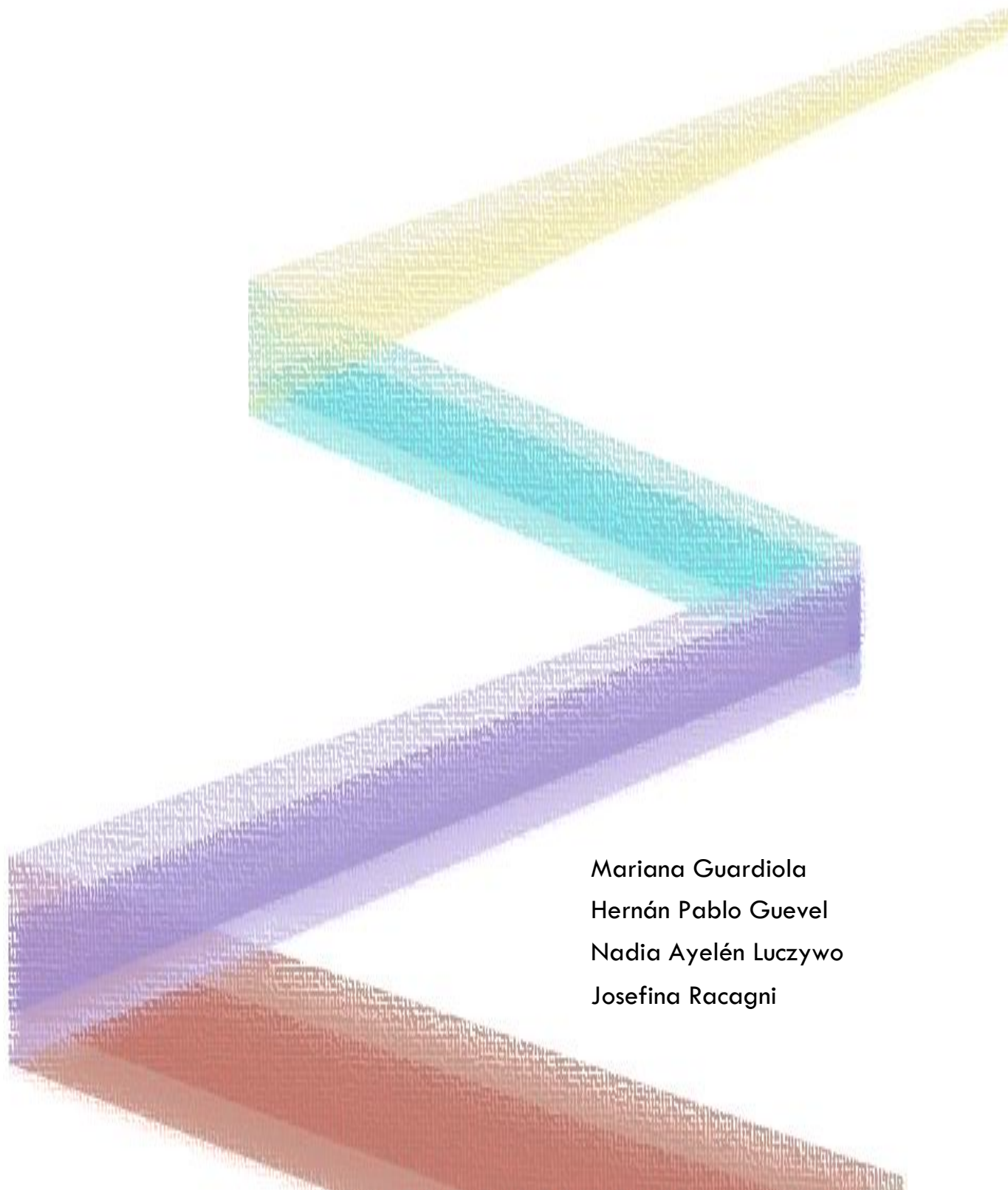
Realice el acortamiento de la red en forma manual y determine el programa de reducción de las actividades, detallando los costos asociados a cada etapa, para obtener:

- a) El costo total asociado a la duración total mínima del proyecto.
- b) El tiempo asociado al costo total mínimo.

Bibliografía

- ALBERTO, Catalina Lucía, CARIGNANO, Claudia Etna (2013): Apoyo cuantitativo a las decisiones. 4ª. ed. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas UNC, 2013. 472 p.
- ANDERSON, David R., SWEENEY, Dennis J., WILLIAMS, Thomas A. Métodos cuantitativos para los negocios. Cengage Learning, 11a., 2011.
- CARIGNANO, Claudia; FUNES, Mariana; PERETTO, Claudia y CASTRO Sergio. Investigación Operativa. Material de estudio para trabajos prácticos. 5ª. ed. Reimpresión 2011. Córdoba, Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas UNC, 2011.
- DAVIS R. y McKEOWN P. (1986): Modelos Cuantitativos para Administración. Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- EPPEN G., GOULD F., Schmidt C., Moore J. y WEATHERFORD L. (2000): *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*. Quinta Edición. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México.
- HILLIER, Frederick S. y LIEBERMAN, Gerald J. Introducción a la investigación de operaciones. 8ª ed. México, D.F., McGraw-Hill, 1997. 1064 p. + 1 CD-ROM.
- MATHUR, Kamlesh, SOLOW, Daniel. Investigación de operaciones: el arte de la toma de decisiones. México, D. F., Printice-Hall Hispanoamericana, 1996. 977 p.
- WINSTON, Wayne L. Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos. 4º ed. México, D.F., Cengage Learning, c2005, reimpr. 2011.

SOLUCIONES A PROBLEMAS SELECCIONADOS



Mariana Guardiola
Hernán Pablo Guevel
Nadia Ayelén Luczywo
Josefina Racagni

EL PROCESO DE DECISIÓN**Problema N° 3**

a) La decisión se debe tomar en Universo Cierto.

b) x : cantidad de unidades a producir

$$UT(x) = IT(x) - CT(x)$$

$$IT(x) = p(x) \cdot q(x)$$

$$IT(x) = (900 - 0,60 x) \cdot x$$

$$IT(x) = 900 x - 0,60 x^2$$

$$UT(x) = IT(x) - CT(x)$$

$$UT(x) = (900 x - 0,60 x^2) - (30.000 - 600 x + 0,4x^2)$$

$$UT(x) = - x^2 + 1.500 x - 30.000$$

c) Para determinar la solución óptima:

$$UT'(x) = - 2 x + 1.500 = 0$$

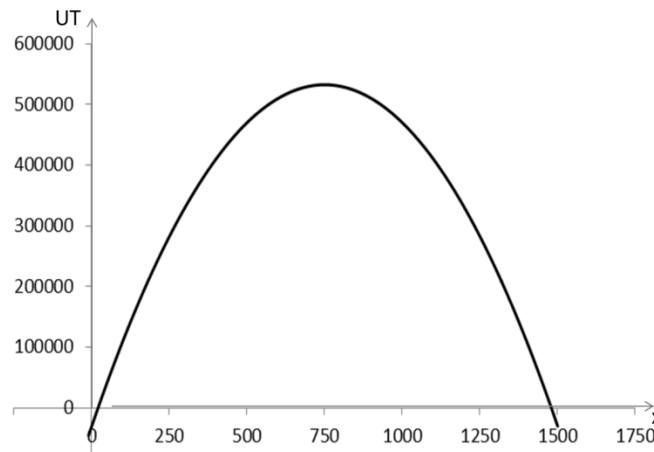
$$x = 1.500 / 2 = 750$$

$$UT''(x) = - 2 \text{ (como } UT'' < 0, x = 750 \text{ verifica un punto máximo)}$$

DO: fabricar 750 unidades, generando una UT máxima de \$532.500

$$(UT_{750} = - 750^2 + 1.500 * 750 - 30.000)$$

Gráficamente:

**Problema N° 5**

a) Para $x = 200$ tarros de helado se minimiza el costo promedio unitario de energía.

b) Costo de Energía Promedio Mínimo = \$2

Problema N° 8Datos

Costo normal: \$60 por unidad (en la semana)

Costo de urgencia: \$70 por unidad (por agotamiento, durante el fin de semana)

Costo de almacenamiento: \$ 10 por unidad (en caso de sobrante)

a) Variables del problema:

X: Número de pollos a comprar para el fin de semana

Variable de decisión. Clasificación → variable exógena, controlable

Y: Número de pollos demandados durante el fin de semana

Estado de la naturaleza. Clasificación → variable exógena, no controlable

$C(x,y)$ = costo total por comprar "x" pollos para el fin de semana y que hayan demandado "y" pollos durante el fin de semana.

Compensación. Clasificación → variable endógena, objetivo.

b) Función de las compensaciones:

$$x=y \rightarrow C(x,y)= 60 x$$

$$x<y \rightarrow C(x,y)= 60 x + 70 (y - x)$$

$$x>y \rightarrow C(x,y)= 60 y + 10 (x - y)$$

c) Matriz de las compensaciones

X \ Y	50	60	70	80	90
50	\$3.000	\$3.700	\$4.400	\$5.100	\$5.800
60	\$3.100	\$3.600	\$4.300	\$5.000	\$5.700
70	\$3.200	\$3.700	\$4.200	\$4.900	\$5.600
80	\$3.300	\$3.800	\$4.300	\$4.800	\$5.500
90	\$3.400	\$3.900	\$4.400	\$4.900	\$5.400

d) La decisión óptima es comprar 70 pollos anticipadamente con un costo esperado de \$4.395, determinada calculando la esperanza matemática de las compensaciones.

X \ Y	50	60	70	80	90	d(X)
50	\$3.000	\$3.700	\$4.400	\$5.100	\$5.800	\$4.505
60	\$3.100	\$3.600	\$4.300	\$5.000	\$5.700	\$4.425
70	\$3.200	\$3.700	\$4.200	\$4.900	\$5.600	\$4.395
80	\$3.300	\$3.800	\$4.300	\$4.800	\$5.500	\$4.405
90	\$3.400	\$3.900	\$4.400	\$4.900	\$5.400	\$4.475
Prob.	0,10	0,25	0,20	0,30	0,15	

e) Si no pudiera confiar en la distribución de probabilidad que ha construido, debería tomar las decisiones bajo Universo Incierto.

X \ Y	50	60	70	80	90	d(X) Wald	d(X) Hurwicz	d(X) Laplace
50	\$3.000	\$3.700	\$4.400	\$5.100	\$5.800	\$5.800	\$4.120	\$4.400
60	\$3.100	\$3.600	\$4.300	\$5.000	\$5.700	\$5.700	\$4.140	\$4.340
70	\$3.200	\$3.700	\$4.200	\$4.900	\$5.600	\$5.600	\$4.160	\$4.320
80	\$3.300	\$3.800	\$4.300	\$4.800	\$5.500	\$5.500	\$4.180	\$4.340
90	\$3.400	\$3.900	\$4.400	\$4.900	\$5.400	\$5.400	\$4.200	\$4.400

- **Criterio de Wald:** La Decisión Óptima es comprar 90 pollos anticipadamente para el fin de semana, con un costo total esperado de \$5.400.
- **Criterio de Hurwicz:** La Decisión Óptima es comprar 50 pollos para el fin de semana con un costo de \$4.120, dado un coeficiente de optimismo de 0,6.
- **Criterio de Laplace:** La Decisión Óptima es comprar 70 pollos para el fin de semana con un costo de \$4.320.
- **Criterio de Savage:** Como las compensaciones representan algo no deseable, R (de Costos de Oportunidad) se construye haciendo: $r(x, y) = C(x, y) - \min_x C(x, y)$

Matriz R

X \ Y	50	60	70	80	90	d(X)
50	\$0	\$100	\$200	\$300	\$400	\$400
60	\$100	\$0	\$100	\$200	\$300	\$300
70	\$200	\$100	\$0	\$100	\$200	\$200
80	\$300	\$200	\$100	\$0	\$100	\$300
90	\$400	\$300	\$200	\$100	\$0	\$400

La decisión óptima será comprar 70 pollos anticipadamente para el fin de semana, con un costo de oportunidad de \$200.

Problema N° 10

a)

x: Número de chipacitos a comprar por día. $X = \{100, 200, 300\}$

y: Número de chipacitos demandados por día. $Y = \{100, 200, 300\}$

$c(x,y)$: Contribución Total a las utilidades por comprar x chipacitos por día y que le demanden y chipacitos por día. [$c(x,y) = IT(x,y) - CVT(x,y)$]

$IT(x,y)$: Ingreso total

$CVT(x,y)$: Costo Variable total

c) 1. La decisión óptima es comprar 200 chipacitos.

2. Criterio de Wald: La decisión óptima es comprar 100 chipacitos.

Criterio de Laplace: La decisión óptima es comprar 200 chipacitos.

Criterio de Hurwicz (coeficiente de optimismo de 0,8): La decisión óptima es comprar 300 chipacitos.

Criterio de Savage: La decisión óptima es comprar 200 chipacitos.

d) 1. Criterio de Wald: La decisión óptima es comprar 100 chipacitos.

2. Criterio de Savage: La decisión óptima es comprar 600 o 700 chipacitos.

3. Criterio de Hurwicz (coeficiente de optimismo de 0,4): Cualquier alternativa resulta indiferente.

Problema N° 15

a) Universo aleatorio.

b) x: Número de calendarios de bolsillo a comprar a principios de septiembre.

$$x = \{1.000, 1.200, 1.400, 1.600\}$$

y: Número de calendarios de bolsillo demandados.

$$y = \{1.000, 1.200, 1.400, 1.600\}$$

e) La decisión óptima es comprar 1.200 calendarios a principios de septiembre.

Problema N°20

a) Flujos netos de fondos para las alternativas según las perspectivas económicas:

		Perspectiva económica		
		Mala	Moderada	Buena
Alternativas de inversión	No Invertir	750.000	1.000.000	1.650.000
	Inversión Reducida	350.000	1.500.000	3.850.000
	Inversión Amplia	-600.000	3.550.000	9.650.000

b) La alternativa óptima es realizar una inversión amplia.

c) La alternativa óptima es no invertir y continuar prestando el servicio como en la actualidad.

Problema N°23

Datos:

Precio de Compra Cortadora de césped: \$1.900

Precio de compra de la desmalezadora: \$1.600

Costo del flete: ≤ 5 cortadoras \$500

> 5 cortadoras \$750

Precio Venta	Cortadora	Desmalezadora
Principio Temporada	2.600	2.150
Mitad de temporada	2.350	1.900
Final de temporada	2.100	1.750

a) Alternativas de decisión:

x_i : combinación de máquinas a comprar antes del comienzo de la temporada estival

$$x = \{x_1; x_2; x_3\}$$

x_1 : comprar 7 cortadoras y 3 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival;

x_2 : comprar 5 cortadoras y 5 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival;

x_3 : comprar 8 cortadoras y 2 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival;

b) Estados de la Naturaleza:

y_j : Momento de la temporada en que se realizarán las ventas $y = \{y_1; y_2; y_3\}$

y_1 = Principio de la temporada

y_2 = Mitad de la temporada

y_3 = Final de la temporada

c) Matriz de las compensaciones

X \ Y	y₁	y₂	y₃
x₁	5.800	3.300	1.100
x₂	5.750	3.250	1.250
x₃	5.950	3.450	1.150

$C(x_i, y_j)$: Contribución total por seleccionar la alternativa x y presentarse el estado y . $\{C(x_i, y_j) = IT(x_i, y_j) - CT(x_i, y_j)\}$

$IT(x_i, y_j)$: Ingreso total por la venta de maquinarias de uso doméstico.

$CT(x_i, y_j)$: Costo total por la venta de maquinarias de uso doméstico.

d) Cálculo de las funciones de decisión de cada criterio:

X \ Y	y₁	y₂	y₃	d(X) Wald	d(X) Hurwicz	d(X) Laplace
x₁	5.800	3.300	1.100	1.100	4.390	3.400
x₂	5.750	3.250	1.250	1.250	4.400	3.416,67
x₃	5.950	3.450	1.150	1.150	4.510	3.516,67

- Criterio de Wald. La Decisión Óptima es Comprar 5 cortadoras y 5 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival

- Criterio de Laplace o Lagrange. La Decisión Óptima es comprar 8 cortadoras y 2 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival.

- Criterio de Hurwicz. La Decisión Óptima es comprar 8 cortadoras y 2 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival.

- Criterio de Savage

Matriz R:

X \ Y	y₁	y₂	y₃	d(x)
x₁	150	150	150	150
x₂	200	200	0	200
x₃	0	0	100	100

La Decisión Óptima es comprar 8 cortadoras y 2 desmalezadoras antes del comienzo de la temporada estival.

Problema N°25

a) Alternativas de decisión: x : Número de obreros a contratar;

$$X = \{20; 21; 22; 23; 24\}$$

Estados de la Naturaleza: y : Número de obreros ausentes por día;

$$Y = \{0; 1; 2; 3; 4\}$$

d) La decisión óptima es contratar 23 obreros

Problema N° 27

Inversión total: \$10.000.000,00

Supuestos:

- No es posible arrendar una fracción de tierra en unidad de medida menor a hectáreas por estipulaciones del contrato.
- Los rendimientos económicos obtenidos por las inversiones están expresados en valores actuales.

Posibles destinos de la inversión

- A1: Comprar tierras en la pampa Húmeda para arrendar
 Precio en U\$D / hectárea = 10.500,00 Cotización del dólar=\$14,00
 Inversión posible = $\$10.000.000,00 / (10.500,00 * 14,00) \cong 68$ Hectáreas
 Rendimiento= 12 quintales/hectárea
- A2: Comprar tierras en el Norte de la Provincia para ganadería
 Precio en U\$D / hectárea =6.750 Cotización del dólar =\$14,00
 Inversión posible = $\$10.000.000,00 / (6.750,00 * 14) \cong 105,00$ Hectáreas
- A3: Comprar bonos
 Precio en\$/Bono = 125,00
 Inversión posible = $\$10.000.000,00 / 125,00 = 80.000,00$ bonos
- A4: Invertir en un plazo fijo los \$ 10.000.000,00

a)

Definición de las alternativas de decisión

X_1 = Comprar 68 hectáreas en la pampa Húmeda para arrendamiento previo al cambio de gobierno

X_2 = Comprar 105 hectáreas en Norte de la Provincia para la explotación ganadera previo al cambio de gobierno

X_3 = Adquirir 80.000 bonos previo al cambio de gobierno

X_4 = Invertir \$10.000.000 en plazo fijo a un año previo al cambio de gobierno

Definición de los estados de la naturaleza

Y_1 = Se presenta un escenario de estabilidad con baja inflación

Y_2 = Se presenta un escenario de recesión con inflación moderada

Y_3 = Se presenta un escenario de recesión con alta inflación

Compensaciones

Representan los rendimientos de la inversión a valores actuales en términos absolutos.

$C(x_i, y_j)$: Ingresos por la Inversión – Inversión Inicial

- b) Como las compensaciones son no generalizables, se construye directamente la matriz de las compensaciones:

X \ Y	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₁	3800\$/quintal*12 quintales/hectárea* 68 hectáreas	3870\$/quintal*12 quintales/hectárea* 68 hectáreas	3950\$/quintal*12 quintales/hectárea* 68 hectáreas
X ₂	25.000 \$/hectárea *105 hectáreas	28.000 \$/hectárea*105 hectáreas	35.000 \$/hectárea*105 hectáreas
X ₃	30% (Var. Cotiz.)*125\$/bono*80,000 bonos	32,5% (Var. Cotiz.)*125\$/bono*80,000 bonos	36%(Var. Cotiz.)*125\$/bono*80,000 bonos
X ₄	0,28 (TEA)* \$10.000.000	0,294 (TEA)* \$10.000.000	0,305 (TEA)* \$10.000.000

Matriz de las compensaciones:

X \ Y	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₁	\$3.100.800	\$3.157.920	\$3.223.200
X ₂	\$2.625.000	\$2.940.000	\$3.675.000
X ₃	\$3.000.000	\$3.250.000	\$3.600.000
X ₄	\$2.800.000	\$2.940.000	\$3.050.000

Problema N° 29

A continuación se presenta la solución trabajando por lote de 100 juguetes, en lugar de hacerlo por unidades.

Datos:

Precio de Venta: \$50.000 (cada 100 juguetes)

Costo del producto: \$38.000 (cada 100 juguetes)

Costo de hacer el pedido: \$4.000 (cada 100 juguetes)

Valor de recupero: \$34.000 (cada 100 juguetes)

a) Como la demanda está expresada en unidades, para representar los valores que pueden asumir las alternativas de decisión y los estados de la naturaleza, se debe hacer la conversión a lotes de 100 unidades, por ejemplo: $1.000/100 = 10$ lotes

x: Número de lotes de 100 juguetes a comprar para la promoción del día del niño

$x = \{10, 15, 20, 25\}$

y: Número de lotes de 100 juguetes demandados en la promoción del día del niño

$y = \{10, 15, 20, 25\}$

c(x,y) : Contribución a las utilidades por la adquisición de "x" lotes y la venta de "y" lotes de 100 unidades.

La definición por extensión de las compensaciones corresponde a la confección de la matriz de compensaciones.

b) Para modelar las funciones de compensaciones se aplica el criterio contable, esto significa que se costeará sólo lo usado o aquello que no puede ser inventariado (tal cual se hace en un Estado de Resultados del Balance General) y no se tendrán en cuenta los costos de oportunidad, salvo indicación expresa en contrario.

Funciones de compensaciones:

- Si demanda es igual a la disponibilidad, entonces $y = x$
 $C(x,y) = \$50.000 x - (\$38.000 + \$4.000) x = \$8.000 x$
- Si la demanda es mayor a la disponibilidad, entonces $x < y$
 $C(x,y) = \$50.000 x - (\$38.000 + \$4.000) x = \$8.000 x$
- Si la demanda es menor a la disponibilidad, entonces $x > y$
 $C(x,y) = [\$50.000 y + \$34.000 (x - y)] - (\$38.000 + \$4.000) x$
 $C(x,y) = \$16.000 y - \$8.000 x$

c) Matriz de las compensaciones

X \ Y	10	15	20	25
10	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
15	\$40.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000
20	\$0	\$80.000	\$160.000	\$160.000
25	-\$40.000	\$40.000	\$120.000	\$200.000

d) Al tener conocimiento de la distribución de probabilidad de los estados de la naturaleza estamos en presencia de un Universo Aleatorio, cuya función de decisión será: $d(x) = E_y [c(x, y)]$

X \ Y	10	15	20	25	d(X)
10	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
15	\$40.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$88.000
20	\$0	\$80.000	\$160.000	\$160.000	\$72.000
25	-\$40.000	\$40.000	\$120.000	\$200.000	\$40.000
Prob.	0,40	0,30	0,20	0,10	

Alternativa óptima: comprar 15 lotes de 100 juguetes para la promoción del día del niño.

d) Como no se conoce la distribución de probabilidad de la demanda, estaríamos en un Universo incierto y se aplicará alguno de los siguientes criterios:

- Criterio de Wald o del pesimismo absoluto.
- Criterio de Hurwicz u optimismo relativo.
- Criterio de Laplace, Lagrange o de la razón insuficiente.
- Criterio de Savage o del mínimo arrepentimiento.

Criterio de Wald o Criterio Pesimista

$d(x) = \min_y c(x, y)$ y la Decisión Óptima (D.O.): $x / \max_x d(x)$

X \ Y	10	15	20	25	d(X)
10	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
15	\$40.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$40.000
20	\$0	\$80.000	\$160.000	\$160.000	\$0
25	-\$40.000	\$40.000	\$120.000	\$200.000	-\$40.000

La Decisión Óptima es comprar 10 lotes de 100 juguetes para la promoción del día del niño con una contribución a las utilidades esperada de \$80.000

Criterio de Hurwicz

$d(x) = (1 - \alpha) \min_y C(x, y) + \alpha \max_y C(x, y)$. Con $\alpha = 0,70$ la D.O.: $x / \max_x d(x)$

X \ Y	10	15	20	25	d(X)
10	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
15	\$40.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$96.000
20	\$0	\$80.000	\$160.000	\$160.000	\$112.000
25	-\$40.000	\$40.000	\$120.000	\$200.000	\$128.000

$$d(10) = (1-0,70) \cdot 80.000 + 0,70 \cdot 80.000 = 80.000$$

$$d(15) = (1-0,70) \cdot 40.000 + 0,70 \cdot 120.000 = 96.000$$

$$d(20) = (1-0,70) \cdot 0 + 0,70 \cdot 160.000 = 112.000$$

$$d(25) = (1-0,70) \cdot (-40.000) + 0,70 \cdot 200.000 = 128.000$$

La decisión óptima es comprar 25 lotes de 100 juguetes para la promoción del día del niño con una contribución a las utilidades esperada de \$128.000

Criterio de Laplace

$d(x) = E_y [C(x, y)] = \frac{1}{n} \sum_y C(x, y)$ y D.O.: $x / \max_x d(x)$

X \ Y	10	15	20	25	d(X)
10	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
15	\$40.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$100.000
20	\$0	\$80.000	\$160.000	\$160.000	\$100.000
25	-\$40.000	\$40.000	\$120.000	\$200.000	\$80.000

$$d(10) = (\$80.000 + \$80.000 + \$80.000 + \$80.000)/4 = \$80.000$$

$$d(15) = (\$40.000 + \$120.000 + \$120.000 + \$120.000)/4 = \$100.000$$

$$d(20) = (\$0 + \$80.000 + \$160.000 + \$160.000)/4 = \$100.000$$

$$d(25) = (-\$40.000 + \$40.000 + \$120.000 + \$200.000)/4 = \$80.000$$

La decisión óptima es comprar 15 o 20 lotes de 100 juguetes para la promoción del día del niño, con una contribución a las utilidades esperada de \$100.000.

Criterio de Savage

Se confecciona la matriz de los lamentos donde cada $r_{ij} = \max_x c(x_i, y_j) - c(x_i, y_j)$ y se aplica Wald para pérdidas.

$d(x) = \max_y r(x, y)$ y D.O.: $x / \min_x d(x)$

Y X	10	15	20	25	d(x)
10	\$0	\$40.000	\$80.000	\$120.000	\$120.000
15	\$40.000	\$0	\$40.000	\$80.000	\$80.000
20	\$80.000	\$40.000	\$0	\$40.000	\$80.000
25	\$120.000	\$80.000	\$40.000	\$0	\$120.000

$$r_{(10,10)} = \$80.000 - \$80.000 = 0$$

$$r_{(15,10)} = \$80.000 - \$40.000 = \$40.000$$

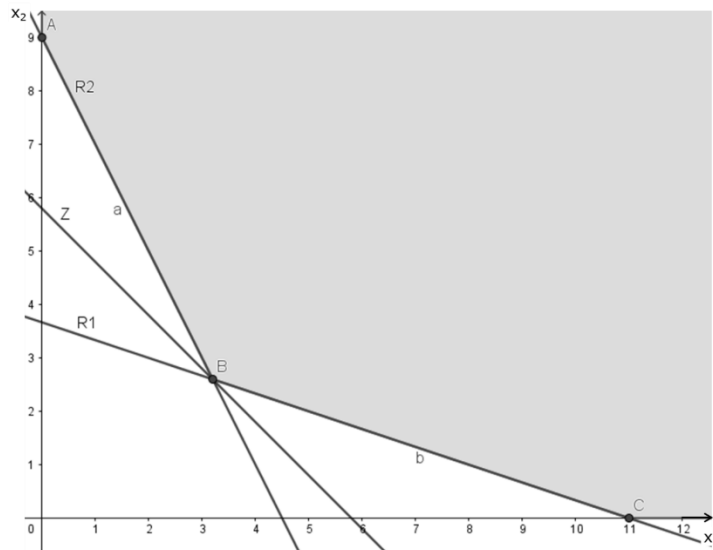
$$r_{(20,10)} = \$80.000 - \$0 = \$80.000$$

$$r_{(25,10)} = \$80.000 + \$40.000 = \$120.000$$

La decisión óptima es comprar 10 ó 25 lotes de 100 juguetes para la promoción del día del niño con un costo de oportunidad en términos de contribución a las utilidades de \$120.000.

PROGRAMACIÓN LINEAL**Problema N° 5**

a)



$$b) \quad x^* = \begin{bmatrix} 3,2 \\ 2,6 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad Z^* = 5,8$$

c) Soluciones posibles básicas del problema y valuación de la función objetivo

Sol.	x_1	x_2	S_1	S_2	Z
A	0	9	16	0	9
B	3,2	2,6	0	0	5,8
C	11	0	0	13	11

Problema N° 12

a) Definición de las Variables de Decisión:

 x_1 : unidades de producto de la Línea Sport a fabricar en una semana x_2 : unidades de producto de la Línea Formal a fabricar en una semana

b) Formulación del Modelo Lineal (forma canónica):

$$\text{Max } Z = 1.200 x_1 + 2.100 x_2$$

Sujeto a:

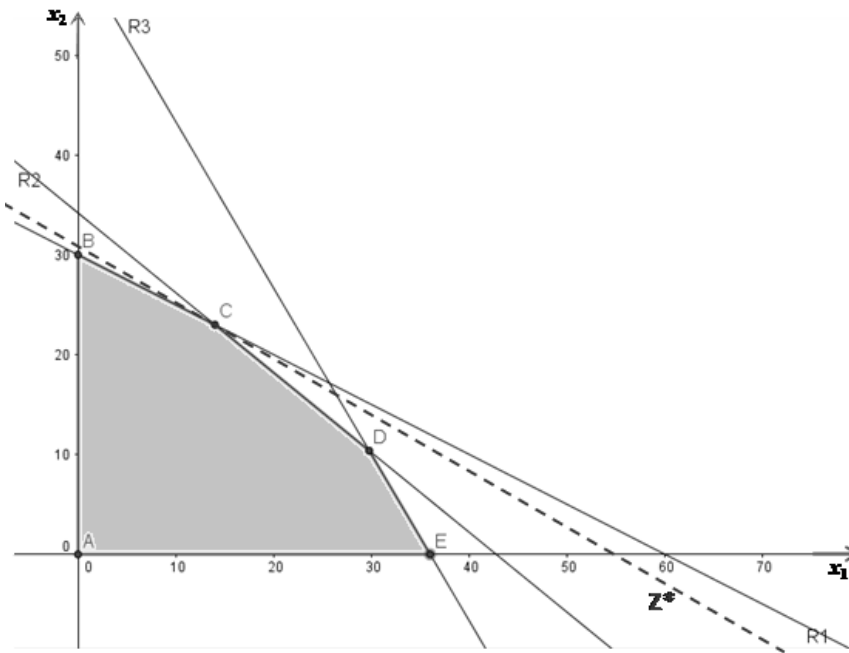
$$6 x_1 + 12 x_2 \leq 360 \quad \text{Horas de Mano de Obra}$$

$$4 x_1 + 5 x_2 \leq 171 \quad \text{Horas de Máquina A}$$

$$5 x_1 + 3 x_2 \leq 180 \quad \text{Horas de Máquina B}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

c) Resolución por Método Gráfico



Graficado el sistema de restricciones y determinada la Región Factible (intersección de los conjuntos solución de cada una de las funciones que las caracterizan, incluidas las de no negatividad), la solución óptima, si existe, se puede determinar de dos maneras alternativas, pero equivalentes:

- 1) graficando la función objetivo, para lo que será necesario asignarle un valor arbitrario y desplazarla en su sentido de optimidad hasta el último punto de contacto con la Región Factible,
- 2) valuando las variables y la función objetivo en cada uno de los vértices de esta Región, e identificando el que optimiza su valor.

Punto	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Z
A	0	0	360	171	180	0
B	0	30	0	21	90	63.000
C	14	23	0	0	41	65.100
D	29,77	10,38	56,82	0	0	57.530,77
E	36	0	144	27	0	43.200

c) Resolución por Método Simplex

Definición de las Variables de Holgura:

- x_3 : Hs de Mano de Obra no utilizadas en la producción en una semana
- x_4 : Hs de Máquina A no utilizadas en la producción en una semana
- x_5 : Hs de Máquina B no utilizadas en la producción en una semana

b) Formulación del Modelo Lineal (forma estándar):

$$\text{Max } z = 1.200 x_1 + 2.100 x_2 + 0 x_3 + 0 x_4 + 0 x_5$$

Sujeto a:

$$6x_1 + 12x_2 + x_3 = 360 \text{ Hs de Mano de Obra}$$

$$4x_1 + 5x_2 + x_4 = 171 \text{ Hs de Máquina A}$$

$$5x_1 + 3x_2 + x_5 = 180 \text{ Hs de Máquina B}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$$

Tablas simplex del problema:

		C_j	1.200	2.100	0	0	0	
C_i	Base	Solución	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	$\lambda_i / \lambda_{ij};$ $\forall \lambda_{ij} > 0$
0	X ₃	360	6	12	1	0	0	30 = θ
0	X ₄	171	4	5	0	1	0	34,20
0	X ₅	180	5	3	0	0	1	60
Z_j		0	0	0	0	0	0	
C_j-Z_j			1.200	2.100	0	0	0	

		C_j	1.200	2.100	0	0	0	
C_i	Base	Solución	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	$\lambda_i / \lambda_{ij};$ $\forall \lambda_{ij} > 0$
2.100	X ₂	30	0,5	1	0,0833	0	0	60
0	X ₄	21	1,5	0	-0,4167	1	0	14 = θ
0	X ₅	90	3,5	0	-0,25	0	1	25,71
Z_j		63.000	1.050	2.100	175	0	0	
C_j-Z_j			150	0	-175	0	0	

		C_j	1.200	2.100	0	0	0	
C_i	Base	Solución	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	
2.100	X ₂	23	0	1	0,222	-0,333	0	
1.200	X ₁	14	1	0	-0,278	0,667	0	
0	X ₅	41	0	0	0,722	-2,333	1	
Z_j		65.100	1.200	2.100	133,333	100	0	
C_j-Z_j			0	0	-133,333	-100	0	

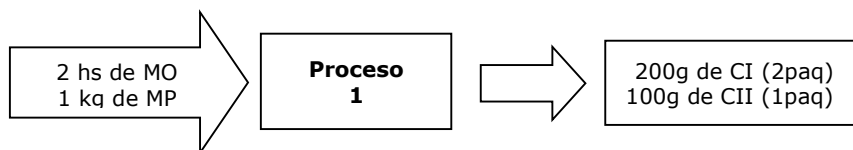
Como para todo j , $C_j - Z_j \leq 0$; detenemos el procedimiento ya que hemos llegado a la solución óptima.

$$X^* = \begin{bmatrix} 14 \\ 23 \\ 0 \\ 0 \\ 41 \end{bmatrix}$$

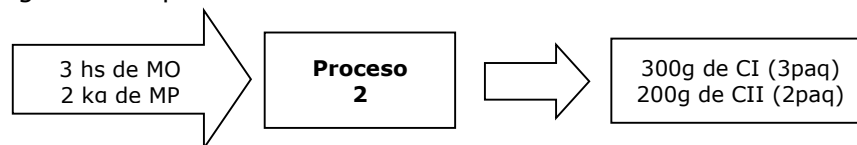
En términos económicos esta solución consiste en fabricar 14 unidades de la línea Sport y 23 de la línea Formal por semana, utilizando la totalidad de las Hs. de Mano de Obra y de Máquina A disponibles y quedando 41 Hs. de Máquina B sin utilizar semanalmente. El Ingreso Total máximo asciende a \$65.100.

Problema N° 28

1- Diagrama del proceso 1



2- Diagrama del proceso 2



Datos del problema:

	Entradas		Salidas	
	Materia Prima (kilos)	M.O. (hs)	Paq.100 grs de CI	Paq.100 grs de CII
Proceso I	1	2	2	1
Proceso II	2	3	3	2
Disponibilidad	160	240		
Precio (\$/paq)			160	140

Solo se pueden vender hasta 200 paquetes de CII. Además, lo producido y no vendido tiene un valor de recupero de \$30.

Definición de variables

X₁: Número de veces que se procesa el proceso 1 para el siguiente período

X₂: Número de veces que se procesa el proceso 2 para el siguiente período

X₃: Número de paquetes de 100grs de CII a desechar en el siguiente período

Modelo Matemático

$$\text{Max}(z) = 460X_1 + 760X_2 - 110X_3$$

s.a.

$$2X_1 + 3X_2 \leq 240 \text{ (Horas de MO)}$$

$$X_1 + 2X_2 \leq 160 \text{ (Kilos de MP)}$$

$$X_1 + 2X_2 - X_3 \leq 200 \text{ (Número máximo de paquetes a vender)}$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

A los fines de ejemplificar el análisis de consistencia de las unidades de medida se muestra a continuación el cálculo para la Función Objetivo.

$$Z = \left[160 \frac{\$}{\text{paq}_{CI}} \times 2\text{paq}_{CI} + 140 \frac{\$}{\text{paq}_{CII}} \times \text{paq}_{CII} \right] X_1 + \left[160 \frac{\$}{\text{paq}_{CI}} \times 3\text{paq}_{CI} + 140 \frac{\$}{\text{paq}_{CII}} \times 2\text{paq}_{CII} \right] X_2 - \left[140 \frac{\$}{\text{paq}_{CII}} - 30 \frac{\$}{\text{paq}_{CII}} \right] X_3$$

Problema N° 15

A continuación se presenta, a modo de ejemplo, una serie de pasos a seguir al momento de modelar un problema lineal. Este procedimiento requiere de una previa lectura a conciencia del problema que se desea modelar.

1) Extracción de datos

Producto	Costo de fabricación	Costo de compra a comp.	Cantidad a entregar	Req. Hs máquina 1	Req. Hs máquina 2	Req. Hs máquina 3	Req. Hs máquina 4
XT	\$ 380	\$ 390	480	0,18	0,22	0,15	---
MT	\$ 345	\$ 570	500	---	0,02	0,10	0,25
RT	\$ 330	\$ 430	560	0,31	0,10	---	0,35
Disponibilidad				75 hs	75 hs	75 hs	75 hs

2) Identificación del objetivo general y de las restricciones, en lenguaje coloquial.

Objetivo: Minimizar los costos de atender la demanda de repuestos en la siguiente semana.

Restricciones:

✓ **Restricciones referidas a la demanda de cada producto**

- El número total de repuestos XT (producidos y comprados) debe ser como mínimo el número que Los Andes se ha comprometido a entregar en la siguiente semana.
- El número total de repuestos MT (producidos y comprados) debe ser como mínimo el número que Los Andes se ha comprometido a entregar en la siguiente semana.
- El número total de repuestos RT (producidos y comprados) debe ser como mínimo el número que Los Andes se ha comprometido a entregar en la siguiente semana.

✓ **Restricciones referidas al tiempo máximo de producción de cada máquina**

- Las horas de producción de la Máquina N°1 utilizadas no puede superar el número de horas disponibles para dicha máquina en la siguiente semana.
- Las horas de producción de la Máquina N°2 utilizadas no puede superar el número de horas disponibles para dicha máquina en la siguiente semana.
- Las horas de producción de la Máquina N°3 utilizadas no puede superar el número de horas disponibles para dicha máquina en la siguiente semana.
- Las horas de producción de la Máquina N°4 utilizadas no puede superar el número de horas disponibles para dicha máquina en la siguiente semana.

✓ **Restricciones de No negatividad de las variables del problema**

Restricciones:

- 1) El monto de los activos disponibles a aplicar al pago de compromisos de la semana entrante debe cubrir estos pasivos.
- 2) El dinero a extraer de la cuenta corriente no puede superar su saldo disponible, neto del impuesto a los débitos y créditos.
- 3) No será posible retirar anticipadamente de los FCI más del saldo disponible en estos activos.
- 4) No es posible utilizar más efectivo que el saldo disponible en caja. Esta restricción podría no incluirse, debido a que se vuelve redundante si se consideran los requerimientos mínimos para el saldo final de la cuenta.
- 5) No es posible descontar más que los valores en cartera, netos del costo de descuento de los cheques.
- 6) El saldo final mínimo de efectivo debe ser de \$2.700.
- 7) El saldo final en Cta. Cte. no puede ser inferior al 20% de los cheques a pagar.
- 8) El saldo final en Cta. Cte. debe ascender al menos a 2 veces el monto de dinero mantenido en efectivo.
- 9) No negatividad de las variables.

Aclaración sobre las operaciones con Fondos Comunes de Inversión (FCI)

En la práctica existen dos modalidades de operación para los FCI:

- 1) los valores de cotización de las cuotas parte se encuentran netos de costos y comisiones; y
- 2) las comisiones se cobran al vender las cuotas parte y se debitan de los montos acreditados.

Una posible definición de las Variables de decisión es:

X₁: pesos a extraer de la Cta. Cte. para hacer frente a los compromisos de pago de la semana

X₂: pesos provenientes del retiro anticipado de cuotas del FCI a utilizar para hacer frente a los compromisos de pago de la semana

X₃: dinero en efectivo (\$) a utilizar para hacer frente a los compromisos de pago de la semana

X₄: pesos provenientes de los cheques en cartera a descontar para hacer frente a los compromisos de pago de la semana

Problema N° 30

$$\text{a) } X^* = \begin{bmatrix} 14 \\ 8 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 28 \end{bmatrix} \quad Z^* = 1.180 \quad \text{b) } X^* = \begin{bmatrix} 7/3 \\ 4/3 \\ 0 \\ 10/3 \\ 0 \end{bmatrix} \quad Z^* = 130 \quad \text{c) } X^* = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad Z^* = 32$$

d) Problema incompatible. e) $X^* = \begin{bmatrix} 5 \\ 0 \\ 14 \\ 0 \end{bmatrix} Z^* = 40$ f) Problema no acotado.

Problema N° 36

a) Función objetivo: Contribución Total a las Utilidades por lanzar al mercado las tres variedades de whisky.

Restricciones: representan la disponibilidad de los diferentes insumos necesarios para la producción de las distintas variedades de whisky: kg de maíz, kg de azúcar y hs de proceso, respectivamente.

Definición de las variables de holgura:

S_1 : kilos de Maíz no utilizados en la producción

S_2 : Kilos de Azúcar no utilizados en la producción

S_3 : horas de Proceso no utilizadas en la producción

Para los incisos b) en adelante, los coeficientes λ_{ij} se leerán asignando el subíndice "i" a la variable básica correspondiente a la fila "i" de la tabla, y el subíndice "j" a la variable asociada a la j-ésima columna.

b)

$\lambda_{12} = 0,444$. Si se desea producir un litro de Luna Blanca (LB), se dejarán de producir 0,444 litros de Legal (L).

$\lambda_{22} = -0,133$. Si se desea producir un litro de Luna Blanca (LB), se incrementarán en 0,133 los kilos de azúcar no utilizados (S_2).

$\lambda_{14} = 2,222$. Si se desea dejar de utilizar 1 kilo de maíz (S_1), se dejarán de producir 2,222 litros de whisky de la variedad Legal (L).

$\lambda_{24} = -0,667$. Si se desea dejar de utilizar 1 kilo de maíz (S_1), se incrementarán en 0,667 los kilos de azúcar no utilizados (S_2).

$Z_2 = 166,667$. Por cada litro de Luna Blanca que se desee producir (LB), la contribución total a las utilidades disminuirá en \$166,667.

$Z_4 = 333,333$. Por cada kilo de maíz que se desee dejar de utilizar en la producción (S_1), la contribución total a las utilidades disminuirá en \$333,333.

$C_2 - Z_2 = -11,667$. Por producir un litro de Luna Blanca (LB), la contribución total a las utilidades en términos netos disminuirá en \$11,667.

$C_4 - Z_4 = -333,333$. Por cada kilo de maíz que se desee dejar de utilizar en la producción (S_1), la contribución total a las utilidades en términos netos disminuirá en \$333,333.

c) La variable LB es no básica y su $C_2 - Z_2 = -11,667$, lo que indica que comenzar a producir esa variedad de whisky generaría una desmejora en el valor de la función objetivo.

El primer paso para encontrar una nueva solución, es calcular la cantidad máxima que será posible producir dada la disponibilidad actual de recursos (θ).

$$\lambda'_i = \lambda_i - \lambda_{ij} \cdot \theta \geq 0; \theta \leq \lambda_i / \lambda_{ij}; \forall \lambda_{ij} > 0$$

$$L' = \lambda'_1 = \lambda_1 - \lambda_{12} \cdot \theta = 177,78 - 0,444 \cdot \theta \geq 0 \quad \theta \leq 400,40$$

$$VT' = \lambda'_3 = \lambda_3 - \lambda_{32} \cdot \theta = 111,11 - 0,778 \cdot \theta \geq 0 \quad \theta \leq 142,81$$

Por lo tanto, $\theta = 142,81$ permite encontrar una nueva solución posible básica.

El nuevo valor de la función económica será:

$$Z' = Z + (C_2 - Z_2) \theta = 46.666,66 + (-11,667) \cdot 142,81 = 45.000$$

Para establecer el nuevo plan de producción deberá determinarse el nuevo valor de las variables:

$$L' = \lambda'_1 = \lambda_1 - \lambda_{12} \cdot \theta = 177,78 - 0,444 \cdot 142,81 = 114,37$$

$$S_2' = \lambda'_2 = \lambda_2 - \lambda_{22} \cdot \theta = 6,67 - (-0,133) \cdot 142,81 = 25,66$$

$$VT' = \lambda'_3 = \lambda_3 - \lambda_{32} \cdot \theta = 111,11 - 0,778 \cdot 142,81 = 0$$

$$LB = \theta = 142,81$$

Las demás variables no básicas, continuarán siendo nulas. En este caso, se trata de una Solución Posible Básica No Degenerada Subóptima.

d)

1) Para analizar esta situación, se debe observar el coeficiente $C_2 - Z_2$ en la última tabla del método simplex, o el Gradiente Reducido o *Reduced Cost* en el Reporte de Solución y Sensibilidad de Solver o Lindo. En todos los casos el valor absoluto es de \$11,67, y representa **el importe mínimo en que debe incrementarse** la contribución a las Utilidades por litro de Luna Blanca (C_2) **para que la variable se vuelva susceptible de entrar a la base.**

Esto indica que, para que convenga LB, su contribución debe ser de por lo menos \$166,67 (155 + 11,67). Dado el valor actual de este coeficiente, **por cada litro** de LB **que se produzca**, se generará **una reducción** de la Contribución Total a las Utilidades de \$11,67 en **términos netos.**

2) Si la horas de proceso se reducen a 350: ¿Qué cambia? b_3

$$\Delta b_3 = b'_3 - b_3 = 350 - 400 = -50$$

¿Dónde cambia? Restricción Limitante ($S_3 = 0$)

¿Cae dentro del intervalo? $\Delta b_3 \leq$ Permisible Reducir; $50 < 200$

Cálculo de los efectos:

- No cambia la base óptima.

• Cambia Z: $\Delta Z = \Delta b_3 \cdot y_3 = -50 \cdot 33,33 = -1.666,50$

• Cambia X*: $\lambda_i' = \lambda_i + \Delta b_i \cdot \lambda_{ij}$

$$L' = \lambda'_1 = \lambda_1 + \Delta b_3 \cdot \lambda_{12} = 177,78 + (-50) \cdot (-0,111) = 177,78 + 5,55 = 183,33$$

$$S_2' = \lambda'_2 = \lambda_2 + \Delta b_3 \cdot \lambda_{22} = 6,667 + (-50) \cdot (-0,067) = 6,667 + 3,35 = 10,017$$

$$VT' = \lambda'_3 = \lambda_3 + \Delta b_3 \cdot \lambda_{32} = 111,11 + (-50) \cdot 0,556 = 111,11 - 27,8 = 83,31$$

4) Si consigue 5 kilos de maíz extra al mismo precio del que paga, entonces:

¿Qué cambia? b_1 ($\Delta b_1 = 5$)

¿Dónde cambia? Restricción Limitante ($S_1 = 0$)

¿Cae dentro del intervalo? $\Delta b_1 \leq$ Permisible Aumentar; $5 < 10$

Calculo de los efectos:

• No cambia la base óptima.

• Cambia Z: $\Delta Z = \Delta b_1 \cdot y_1 = 5 \cdot 333,33 = 1.666,65$

• Cambia X*: $\lambda_i' = \lambda_i + \Delta b_i \cdot \lambda_{ij}$

$$L' = \lambda'_1 = \lambda_1 + \Delta b_1 \cdot \lambda_{14} = 177,78 + 5 \cdot 2,222 = 177,78 + 11,11 = 188,89$$

$$S_2' = \lambda'_2 = \lambda_2 + \Delta b_1 \cdot \lambda_{24} = 6,667 + 5 \cdot (-0,667) = 6,667 - 3,335 = 3,332$$

$$VT' = \lambda'_3 = \lambda_3 + \Delta b_1 \cdot \lambda_{34} = 111,11 + 5 \cdot (-1,111) = 111,11 - 5,555 = 105,555$$

5) Si la contribución de Viejo Tonel cambia a \$85: ¿Qué cambia? C_3

$$\Delta C_3 = C'_3 - C_3 = 85 - 100 = -15$$

¿Dónde cambia? C_j asociado a una variable básica $X_3 > 0$

¿Cae dentro del intervalo? $\Delta C_3 \leq$ Permisible Reducir; $15 = 15$

Cálculo de los efectos:

• No cambia la base óptima.

• Cambia Z: $\Delta Z = \Delta C_3 \cdot X_3$; $\Delta Z = 15 \cdot 111,11$; $\Delta Z = -1.666,50$

• No Cambia X*

Como la reducción en este C_j y la disminución permisible son de \$15, ni la base ni la solución óptima cambian, pero el valor de Z disminuye. Dado que C_j es llevado al límite del aumento permisible, se obtendrá una Solución Factible Básica Óptima alternativa.

Además, por los teoremas de CLC de soluciones de PL, se conoce que:

* Toda combinación lineal convexa de soluciones factibles de un problema de programación lineal es otra solución factible de dicho problema (Teorema I).

* Si existen dos o más soluciones factibles que le den a la función objetivo un mismo valor, cualquier combinación lineal convexa de esas soluciones le dará a la función objetivo el mismo valor (Teorema II).

Luego, al aplicar los teoremas I y II se puede afirmar que cualquier combinación lineal convexa de ambas soluciones factibles básicas óptimas será una solución factible óptima, dando lugar a Múltiples Soluciones Óptimas, aunque no básicas.

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS**Problema N° 3**

a) $q^* = 581,85$ toallones; $v^* = 7,73$; $t_1^* = 5,82$ días;

$$CT^*(q=581,85) = \$4.949,72$$

b) $CT(q=500) = \$5.006,71$; $\Delta CT = \$ 56,99 \cong 1,15\%$;

No estaría de acuerdo porque representa un incremento en los costos totales.

c) $t_1(q=500) = 5$ días

Problema N° 4

a) Modelo de universo cierto con Ruptura. $q^*=730,99$ bolsas.

b) $S^*= 431,40$ bolsas; $v^*= 16,4159$ pedidos; $t_1^*= 24,36$ días.

c) $CT^*(q=730,99) = \$59.097,18$.

Problema N° 5

a) La política óptima es pedir **6.897,7 paquetes** de harina cada **34,49 días**, que ingresarán durante **22,99 días**. De este modo se tendrá un inventario máximo de **2.299,23 paquetes** de harina, realizándose **5,22 pedidos** en el período, con un Costo Total mínimo de **\$ 3.549,01**.

b) Habrá en inventario **400 paquetes** de harina.

Problema N° 10

a) Algunos autores, como Winston, afirman que será razonable adoptar el supuesto de que la demanda se produce a una tasa constante, cuando su variabilidad relativa es pequeña. A fin de determinar si estamos frente a esta situación, sugieren calcular un "Coeficiente de Variabilidad" (que es distinto del coeficiente de variación estudiado en Estadística) y si este coeficiente es menor a 0,20; se considera razonable asumir que la demanda promedio por unidad de tiempo, es la "tasa constante" de demanda.

Para estimar la demanda mensual de cajas de CD, se debe:

1) Calcular la demanda promedio de los 12 meses para los cuales se cuenta con información sobre las unidades demandadas de este artículo y su varianza:

$$\bar{D} = 200$$

$$\sigma_D^2 = 28$$

2) Analizar la variabilidad relativa de la demanda por unidad de tiempo:

$$CV = \frac{\sigma_D^2}{(\bar{D})^2} ; CV < 0,20 \Rightarrow \bar{D} = h$$

$$CV = \frac{28}{200^2} = 0,0007 ; CV < 0,20 \Rightarrow h = 200 \text{ cajas por mes}$$

b) Como estamos frente a un modelo con Descuentos por compras en cantidad, el precio del producto varía de acuerdo al número de unidades por lote. En este caso, $C_s = a + b \cdot p_i$; para nuestro problema:

Si definimos t = mes

C_s = costo de almacenamiento \Rightarrow 0,20 del costo de compra por año

$$C_s = 0 + \frac{0,20}{12} \cdot p_i \text{ \$ por caja por mes}$$

h = tasa de demanda = 200 cajas por mes

T = período total de análisis = 12 meses

N = demanda para el período de análisis = 200.12 = 2.400 cajas

C_p = costo de cada pedido = \$ 160

1) Para determinar el volumen de pedido óptimo (q^*) comenzaremos calculando el tamaño de lote correspondiente al intervalo de precio más bajo (que genera un C_s menor), hasta encontrar el intervalo dónde el tamaño de lote determinado sea factible al precio respectivo, en base a la fórmula de cálculo del modelo CEP.

q	precio	Cs	q*	
1 - 599	7	0,1167		
600 - 1.199	6,5	0,1083	768,62	Factible
1.200 - 1.799	6,2	0,1033	786,99	No factible
1.800 - más	6,1	0,1017	793,42	No factible

2) Una vez identificado el tamaño de lote factible y el precio asociado al intervalo de cantidades compatible con el mismo, podemos encontrarnos frente a dos situaciones:

- Si el q^* determinado corresponde al precio más bajo: q^* es el tamaño óptimo del lote.
- Si el q^* factible no corresponde al precio más bajo, se deberá calcular el CT asociado a este volumen de pedido y el/los CT asociado/s a los límites inferiores para los precios menores al de q^*

q	CT _p	CT _s	N* p_i	CT
768,62	499,60	499,60	15.600	16.599,20
1.200	320	744	14.880	15.944
1.800	213,33	1.098	14.640	15.951,33

El volumen de pedido óptimo para la política será el que minimice el CT, en este caso, se deberá pedir 1.200 cajas de CD por vez.

$$v = \frac{N}{q} = \frac{2.400}{1.200} = \mathbf{2 \text{ pedidos en el año}}$$

c) Inversión promedio = Stock promedio $\times p_i = \frac{q}{2} \cdot p_i = \frac{1.200}{2} \cdot 6,20 = \3.720

“Stock promedio” corresponde a la política óptima.

d) Si $\tau \sim N(\bar{\tau} = 3 \text{ días}, \sigma_{\tau} = 0,5 \text{ día})$, la demanda en τ será

$$m \sim N(\bar{m} = h \times \bar{\tau}, \sigma_m = h \times \sigma_{\tau}) \Rightarrow m \sim N\left(\frac{200 \cdot 12}{365} \cdot 3 \text{ días}, \frac{200 \cdot 12}{365} \cdot 0,5 \text{ días}\right)$$

Si la probabilidad de que falte stock es 0,10, es decir:

$$P(m > x) = 0,10 \text{ entonces}$$

$$P(m < x) = 1 - \alpha = 0,90, \text{ para cuyo valor tenemos un puntaje típico:}$$

$$z_0 = \frac{x - \bar{m}}{\sigma_m}$$

Buscando el valor de Z_0 en la Tabla Normal para la probabilidad 0,90 y reemplazando este valor en la ecuación anterior, obtenemos el nivel de reorden "x":

$$x = \bar{m} + z_0 \sigma_m = 19,73 + 1,282 \cdot 3,29 = 23,94 \text{ cajas.}$$

Problema N° 13

Los elementos a incluir en el informe en orden de aparición son:

- 1) 4 pedidos al año; 2) $q=200$; 3) CT anual= \$6.000; 4) $q=214,48$; 5) 67,02 días;
- 6) CT anual= \$5.595,03; 7) \$404,97; 8) 6,75%; 9) $R=27,98$; 10) menor que 50 (25% de $q \cdot \text{CEP}$); 11) 8,74 días; 12) menor; 13) mayores; 14) 7,24%.

Problema N° 17

a) Volumen óptimo de cada lote: **5.428,97 litros.**

Volumen de inventario máximo: **1.375,34 litros.**

b) Frecuencia con que se iniciará cada ciclo productivo: **48,47 días.**

c) Período durante el cual ingresará mercadería al depósito: **36,19 días.**

Período durante el cual se atenderán pedidos solamente: **12,28 días.**

d) CT = **\$ 11.882,92** por año.

e) Nivel de reorden: **632,24 litros.**

f) $CT' = \$12.462,92 \Rightarrow \Delta CT = \$579,99 \Rightarrow \Delta CT(\%) = +4,88\%$.

Problema N° 23

1.

a) En este caso estamos ante un modelo de Cantidad Económica de Pedido. Los supuestos que deben cumplirse son:

- 1) La demanda es conocida y se produce a una tasa "h", constante en el tiempo.
- 2) No se permiten rupturas de stock.
- 3) El volumen del pedido es constante.
- 4) Se emite una orden de pedido cuando el nivel de inventario llega a cero.

- 5) El pedido se recibe instantáneamente, es decir que la demora en la llegada del pedido es cero.
- 6) La mercadería se recibe en un solo lote.
- 7) El horizonte de tiempo es infinito y continuo.
- 8) El costo del producto es constante, no importa la cantidad que se pida.
- 9) Los costos relevantes se consideran constantes en el horizonte de tiempo.
- b) En primer lugar se deben identificar los datos del problema y definir la unidad de tiempo (t):

Si definimos t = día

N = demanda para el período de análisis = 100.000 recipientes

C_p = costo de cada pedido = \$ 3.000

C_s = costo de almacenamiento \Rightarrow 0,20 del costo de compra por año

$$C_s = \frac{750 \times 0,20}{300} = \$ 0,50 \text{ por recipiente por día}$$

T = período total de análisis = 300 días

$$h = \text{tasa de demanda} = \frac{100.000}{300} = 333,33 \text{ unidades por día}$$

Con estos datos se puede calcular la cantidad óptima de pedido (q^*) de la siguiente manera:

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_p N}{C_s T}} = \sqrt{\frac{2 \times 3.000 \times 100.000}{0,5 \times 300}} = \mathbf{2.000 \text{ recipientes}}$$

- c) El costo total de esta política puede expresarse como la suma del costo total de pedido más el costo total de almacenamiento, es decir:

$$\begin{aligned} CT &= CT_p + CT_s & CT &= 3.000 \frac{100.000}{2.000} + 0,50 \frac{2.000}{2} \cdot 300 \\ CT &= C_p \frac{N}{q} + C_s \frac{q}{2} T & CT &= 150.000 + 150.000 \\ & & \mathbf{CT} &= \mathbf{\$ 300.000} \end{aligned}$$

- d) Cantidad de pedidos a realizar: $v = \frac{N}{q} = \frac{100.000}{2.000} = \mathbf{50 \text{ pedidos en el año}}$

$$\text{Tiempo entre pedidos: } t_1 = \frac{Tq}{N} = \frac{300 \times 2.000}{100.000} = \mathbf{6 \text{ días}}$$

2.

- a) Si modificamos el supuesto de entrega inmediata, determinando que el tiempo de demora en llegar el pedido es de 2 días.

$$\tau = \text{tiempo de demora} = 2 \text{ días}$$

Calculamos el nivel de reorden "x" como:

$$x = h \cdot \tau = 333,33 \cdot 2 = \mathbf{666,66 \text{ recipientes}}$$

El momento de reorden estará dado por:

$$t_1 - \tau = 6 - 2 = \mathbf{4 \text{ días}}$$

A los 4 días de comenzado el ciclo, cuando quedan en stock 666 recipientes aproximadamente, haremos un pedido de 2.000 unidades que llegarán 2 días después.

b) Si $\tau \sim N(\bar{\tau} = 3 \text{ días}, \sigma_{\tau} = 1 \text{ día})$, la demanda en τ será

$$m \sim N(\bar{m} = h \times \bar{\tau}, \sigma_m = h \times \sigma_{\tau}) \Rightarrow m \sim N(999,99 \text{ días}, 333,33 \text{ días})$$

Si la probabilidad de que falte stock es 0,05, es decir:

$$P(m > x) = 0,05 \text{ entonces}$$

$$P(m < x) = 1 - \alpha = 0,95, \text{ para cuyo valor tenemos un puntaje típico:}$$

$$z_0 = \frac{x - \bar{m}}{\sigma_m}$$

Buscando el valor de Z_0 en la Tabla Normal para la probabilidad 0,95 y reemplazando este valor en la ecuación anterior, obtenemos el nivel de reorden "x":

$$x = \bar{m} + z_0 \sigma_m = 999,99 + 1,645 * 333,33 = \mathbf{1.548,33 \text{ recipientes.}}$$

3. Política alternativa: $q = 4.000$ recipientes

$$CT(4.000) = 3.000 \frac{100.000}{4.000} + 0,50 \frac{4.000}{2} 300$$

$$CT = 75.000 + 300.000$$

$$\mathbf{CT = \$ 375.000}$$

El castigo en costos estará dado por la diferencia entre este nuevo costo total y el costo mínimo correspondiente a la política óptima, es decir: Castigo en Costos: \$ 75.000 (incremento de un 25%)

$$\text{Tiempo entre pedidos: } t_1 = \frac{Tq}{N} = \frac{300 \times 4.000}{100.000} = \mathbf{12 \text{ días}}$$

4. En este caso cambia uno de los supuestos del modelo original:

C_r = costo de ruptura \Rightarrow \$ 210 por recipiente por año

$$C_r = \frac{210}{300} = \$ 0,70 \text{ por recipiente por día}$$

a) En este caso estamos ante un modelo de Cantidad Económica de Pedido con Ruptura. Los supuestos que se deben cumplir son:

- 2) La demanda es conocida y se produce a una tasa "h", constante en el tiempo.
- 3) Se permiten rupturas de stock.
- 4) El volumen del pedido es constante.
- 5) El pedido se recibe instantáneamente, es decir que la demora en la llegada del pedido es cero.
- 6) La mercadería se recibe en un solo lote.

- 7) El horizonte de tiempo es infinito y continuo.
- 8) El costo del producto es constante, no importa la cantidad que se pida.
- 9) Los costos relevantes se consideran constantes en el horizonte de tiempo.
- 10) Las q unidades que llegan con cada pedido se tratan de la siguiente manera: se destinan $(q - S)$ unidades a satisfacer los pedidos pendientes y las S unidades restantes al nuevo ciclo de inventario.
- 11) El ciclo t_1 se divide en dos partes: t_2 y t_3 . Durante el período t_2 se dispone de mercadería para atender la demanda y durante t_3 , se acumulan pedidos que serán satisfechos al recibir un nuevo lote.

b)

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_p N}{C_s T}} \cdot \sqrt{\frac{C_r + C_s}{C_r}} = \sqrt{\frac{2 \times 3.000 \times 100.000}{0,5 \times 300}} \cdot \sqrt{\frac{0,7 + 0,5}{0,7}} \cong \mathbf{2.618,61 \text{ recipientes}}$$

c) El nivel máximo de inventario lo calculamos de la siguiente forma:

$$S^* = \sqrt{\frac{2 C_p N}{C_s T}} \cdot \sqrt{\frac{C_r}{C_r + C_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 3.000 \times 100.000}{0,5 \times 300}} \cdot \sqrt{\frac{0,7}{0,7 + 0,5}} \cong \mathbf{1.527,53 \text{ recipientes}}$$

La ruptura máxima será igual a:

$$R^* = q^* - S^* = 2.618,61 - 1.527,53 = \mathbf{1.091,09 \text{ recipientes}}$$

d) El Costo Total de la política que resulta de la suma de los costos totales de pedido, almacenamiento y ruptura:

$$CT = CT_p + CT_s + CT_r$$

$$CT = C_p \frac{N}{q} + \frac{C_s T}{2} \frac{S^2}{q} + \frac{C_r T}{2} \frac{(q - S)^2}{q}$$

$$CT = 3.000 \frac{100.000}{2.618,61} + \frac{0,5 \times 300}{2} \frac{(1.527,53)^2}{2.618,61} + \frac{0,7 \times 300}{2} \frac{(1.091,09)^2}{2.618,61}$$

$$CT = 114.564,39 + 66.829,23 + 47.735,16 \quad \mathbf{CT = \$ 229.128,78}$$

e) Tiempo entre pedidos: $t_1 = \frac{T q}{N} = \frac{300 \times 2.618,61}{100.000} = \mathbf{7,86 \text{ días}}$

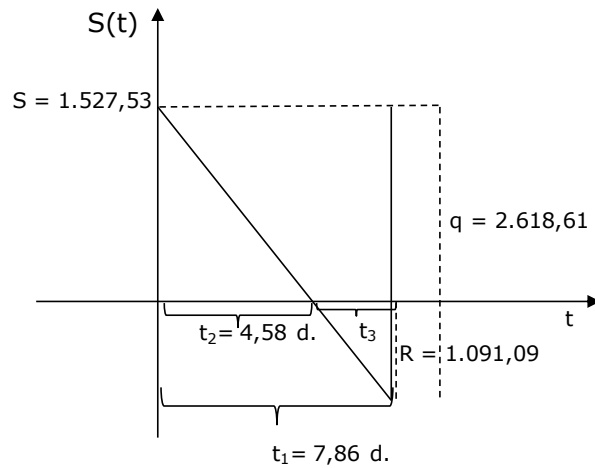
Tiempo con Stock: $t_2 = \frac{T S}{N} = \frac{300 \times 1.527,53}{100.000} = \mathbf{4,58 \text{ días}}$

Tiempo con Ruptura: $t_3 = \frac{T (q - S)}{N} = \frac{300 \times (2.618,61 - 1.527,53)}{100.000} = \mathbf{3,27 \text{ días}}$

$$t_3 = t_1 - t_2 = 7,86 - 4,58 = \mathbf{3,27 \text{ días}}$$

f) Cantidad de pedidos: $v = \frac{N}{q} = \frac{100.000}{2.618,61} \cong \mathbf{38,19 \text{ pedidos en el año}}$

g) Gráfico del comportamiento del inventario.



5.

- a) Si modificamos el supuesto de entrega inmediata, determinando que el tiempo de demora en llegar el pedido es de 3 días.

$\tau =$ tiempo de demora = 3 días

Calculamos el nivel de reorden "x" como:

$$x = h \cdot \tau - (q - S) = (333,33 \cdot 3) - (1.091,09) = - \mathbf{91,09 \text{ recipientes}}$$

es decir, que se realizará un nuevo pedido cuando el nivel de ruptura llegue a 91,09 recipientes.

Calculamos el momento de reorden como:

$$t_1 - \tau = 7,86 - 3 = \mathbf{4,86 \text{ días}}$$

El **punto de reorden** estará dado por **(4,86; -91,09)**, es decir que se pedirá una nueva remesa de recipientes plásticos al día 4,86 del ciclo de inventario, teniendo acumuladas 91,09 unidades de pedido retroactivo.

- b) Si $\tau \sim N(\bar{\tau} = 2 \text{ días}, \sigma_{\tau} = 1 \text{ día})$, la demanda en τ será

$$m \sim N(\bar{m} = h \cdot \bar{\tau}, \sigma_m = h \cdot \sigma_{\tau}) \Rightarrow m \sim N(666,66 \text{ días}; 333,33 \text{ días})$$

Si la probabilidad de que falte stock es 0,05, es decir:

$$P(m > x) = 0,05 \text{ entonces}$$

$$P(m < x) = 1 - \alpha = 0,95, \text{ para cuyo valor tenemos un puntaje típico: } z_0 = \frac{x - \bar{m}}{\sigma_m}$$

Buscando el valor de Z_0 en la Tabla Normal para la probabilidad 0,95 y reemplazando este valor en la ecuación anterior, obtenemos el nivel de reorden "x":

$$x = (\bar{m} + z_0 \sigma_m) - (q - S) = (666,66 + 1,645 \cdot 333,33) - 1.091,09 = \mathbf{123,91 \text{ recipientes}}$$

6.

- a) En este caso estamos ante un modelo de Reaprovisionamiento Uniforme.

$$a = 600 \text{ recip./día}; \quad C_p = 3.610.$$

Los supuestos que se deben cumplir son:

- 1) La demanda es conocida y se produce a una tasa "h" constante en el tiempo.
- 2) El lote se produce/entrega a una tasa constante de "a" unidades por unidad de tiempo.
- 3) El lote ingresa al almacén a una tasa constante "a" que debe ser mayor que "h", de modo que exista inventario ($a > h$).
- 4) No se permiten rupturas de stock.
- 5) El volumen del pedido es constante.
- 6) Se emite una orden de pedido cuando el inventario llega a cero.
- 7) El costo del producto es constante, no importa la cantidad que de unidades del lote.
- 8) Los costos relevantes se consideran constantes en el horizonte de tiempo.

b) Tamaño del lote de producción:

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_p N}{C_s T}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{h}{a}\right)}} = \sqrt{\frac{2 \times 3.610 \times 100.000}{0,5 \times 300}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{333,33}{600}\right)}} \cong \mathbf{3.290,90 \text{ recipientes}}$$

c) Frecuencia con que se iniciará cada lote de producción:

$$t_1 = \frac{T q}{N} = \frac{300 \times 3.290,90}{100.000} = \mathbf{9,87 \text{ días}}$$

d)

$$CT = CT_p + CT_s$$

$$CT = C_p \frac{N}{q} + C_s \frac{q}{2} T \left(1 - \frac{h}{a}\right)$$

$$CT = 3.610 \frac{100.000}{3.290,90} + 0,50 \frac{3.290,90}{2} 300 \left(1 - \frac{333,33}{600}\right) \\ = 109.696,55 + 109.696,55$$

$$\mathbf{CT = \$ 219.393,10}$$

e) $CT_{(CEP)} = \$ 300.000$

$$CT_{(RU)} = \$ 219.393,10$$

$$CT_{(CEP \text{ c/R})} = \$ 229.128,78$$

El Costo Total de producción propia de los recipientes es menor que el Costo Total de las otras alternativas de administración de su inventario, por lo que estamos de acuerdo con la recomendación del gerente de producción. Si lo comparamos con el modelo CEP, se logra una reducción del CT de un 26,87% y si lo comparamos con el modelo en que se aceptan pedidos pendientes, que exhibe un CT menor que el anterior, el CT disminuye un 4,25%.

Problema N° 25

- a) $CT^* = \$29.393,88$; Supuestos: ver punto 8, Capítulo 10 del libro "APOYO CUANTITATIVO A LAS DECISIONES".
- b) 24,49 días.
- c) $t = 15 \rightarrow$ habrá **100 escritorios** almacenados;
 $t = 25 \rightarrow$ habrá **146,63 \cong 147 escritorios** almacenados.
- d) 1) $q^* = 400$ escritorios; $S_{Prom} = 200$ escritorios; 2) $X_0 = 182,25$ escritorios.
- e) 1) $q^* = 489,89$ escritorios; 2) se tendrán escritorios almacenados durante **9,79** días; 3) $CT^* = \$58.787,75$.

SIMULACIÓN

Problema N° 1

Para generar muestras artificiales de variables aleatorias con diferentes distribuciones de probabilidad, emplearemos en el presente material el método de la transformada inversa. El procedimiento a seguir se describe a continuación:

1) Se genera un número aleatorio uniforme entre 0 y 1, al que llamaremos "Rn" o *random*. Si los números aleatorios con que se cuenta no pertenecen a tal intervalo, deberá realizarse la siguiente transformación para llevarlos al mismo:

$$R_n = (\text{Número Aleatorio})/10^m$$

siendo m el número máximo de dígitos de los números aleatorios a emplear.

2) Se adopta el Rn como un valor de probabilidad acumulada, es decir: $F(x) = R_n$.

3) Finalmente, se despeja de la F(x) correspondiente a la distribución que caracteriza el comportamiento de la variable cuyo valor se desea simular, tal valor.

a)

a.1) Para generar valores de una variable aleatoria con distribución uniforme en el intervalo [a, b]:

$$F(x) = (x - a) / (b - a)$$

Por lo tanto, trabajando con $x \sim U[2, 6]$, y teniendo en cuenta que deberemos considerar los números 27 - 87 - 73 - 05 - 39, el procedimiento a seguir es:

1) Obtenemos $R_n = (\text{Número Aleatorio})/10^2 = (\text{Número Aleatorio})/100$

Rn: 0,27 - 0,87 - 0,73 - 0,05 - 0,39

2) $F(x) = (x - a) / (b - a) = R_n$

3) Despejando el valor de x en F(x) obtenemos: $x = a + (b - a)R_n$

$$x = 2 + (6 - 2)R_n$$

Así:

$$x_1 = 2 + 4 \cdot 0,27 = \mathbf{3,08} \qquad x_2 = 2 + 4 \cdot 0,87 = \mathbf{5,48}$$

$$x_3 = 2 + 4 \cdot 0,73 = \mathbf{4,92} \qquad x_4 = 2 + 4 \cdot 0,05 = \mathbf{2,20}$$

$$x_5 = 2 + 4 \cdot 0,39 = \mathbf{3,56}$$

a.2) Para generar valores de una variable aleatoria con distribución exponencial con media $1/\lambda = 3$:

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x} = R_n$$

Despejando el valor de x en F(x) se obtiene: $x = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - R_n)$

Dado que Rn es un número aleatorio uniforme entre 0 y 1, al trabajar con variables que siguen distribución exponencial, se puede considerar este intervalo como [0, 1) o bien como (0, 1]. En cualquiera de los casos su complemento, (1-Rn) también será un número aleatorio con similares características. Por lo que al trabajar con

esta distribución de probabilidad, tenemos dos alternativas para generar los valores de x . Dependiendo, del criterio adoptado para la definición del intervalo en que varía R_n , se podrá trabajar con $\ln(1-R_n)$ o $\ln(R_n)$, teniéndose en cuenta que el $\ln(0)$ no está definido.

Para nuestro caso, consideramos que R_n pertenece al intervalo $[0, 1)$, con lo que trabajaremos con:

$$x = -3 \ln(1-R_n)$$

Así:

$$\mathbf{x_1 = -3 \ln(1 - 0,27) = 0,94}$$

$$\mathbf{x_2 = -3 \ln(1 - 0,87) = 6,12}$$

$$\mathbf{x_3 = -3 \ln(1 - 0,73) = 3,93}$$

$$\mathbf{x_4 = -3 \ln(1 - 0,05) = 0,15}$$

$$\mathbf{x_5 = -3 \ln(1 - 0,39) = 1,48}$$

b)

b.1) Para generar valores de una variable aleatoria con distribución normal con parámetros $(100, 20)$ aplicamos el siguiente procedimiento:

1) Generamos un número aleatorio R_n , con las mismas características ya descriptas.

2) Usamos este valor R_n para encontrar un valor de x para el que:

$$F(x) = P(X \leq x) = R_n = F(z) = P(Z \leq z)$$

Considerando que $z_{R_n} = \frac{x - \mu}{\sigma} \sim N(0,1)$

3) Con el valor de R_n ingresamos a la tabla normal y encontramos el valor de z asociado a la probabilidad acumulada correspondiente. A tales fines, es posible aplicar diferentes criterios para seleccionar el valor de z , que nos permitirá generar el valor de la variable a simular: a) es posible trabajar tomando el z asociado al primer valor de probabilidad que supere al R_n ; o bien, b) tomar el valor de probabilidad más próximo a R_n . En el siguiente desarrollo se trabajó con el segundo criterio. Para despejar el valor de x calculamos:

$$x = \mu + (Z_{R_n} \cdot \sigma)$$

- Para x_1 , $R_n = 2707 / 10.000 = 0,2707$

El valor que más se aproxima a 0,2707 es 0,2291 que corresponde a $Z = -0,61$.

Entonces:

$$\mathbf{x_1 = 100 + (-0,61) 20 = 87,80}$$

- Para x_2 , $R_n = 0,8705$

$$Z = 1,13; \quad \mathbf{x_2 = 100 + (1,13) 20 = 122,60}$$

- Para x_3 , $R_n = 0,7298$

$$Z = 0,61; \quad \mathbf{x_3 = 100 + (0,61) 20 = 112,20}$$

- Para x_4 , $R_n = 0,0500$

$$Z = -1,645; \quad \mathbf{x_4 = 100 + (-1,645) 20 = 67,10}$$

- Para x_5 , $R_n = 0,3901$

$$Z = -0,28; \quad \mathbf{x_5 = 100 + (-0,28) 20 = 94,40}$$

b.2) Para generar valores de una variable aleatoria con distribución Poisson (x) con media (μ) igual a 2, tomamos la tabla de la distribución Poisson con la distribución de probabilidad acumulada:

x	Probabilidad	Prob. Acum.
0	0,1353	0,1353
1	0,2707	0,4060
2	0,2707	0,6767
3	0,1804	0,8571
4	0,0902	0,9473
5	0,0361	0,9834
6	0,0120	0,9954
7	0,0034	0,9988
8	0,0009	0,9997
9	0,0003	1,0000

Se busca el primer valor de probabilidad acumulada que supere al número R_n , y se identifica el valor de x correspondiente.

$$\text{Dado } R_n = 0,2707 \Rightarrow x_1 = 1$$

$$\text{Dado } R_n = 0,8705 \Rightarrow x_2 = 4$$

$$\text{Dado } R_n = 0,7298 \Rightarrow x_3 = 3$$

$$\text{Dado } R_n = 0,0500 \Rightarrow x_4 = 0$$

$$\text{Dado } R_n = 0,3901 \Rightarrow x_5 = 1$$

b.3) En este caso:

- 1) Se calcula la probabilidad de presentación de cada valor de la variable.
- 2) Se calcula la probabilidad acumulada.
- 3) Se busca el primer valor de probabilidad acumulada que supere al número R_n , e identifica el valor de x correspondiente.

x	Probabilidad	Prob. Acum.
0	0,059	0,0590
1	0,166	0,2250
2	0,268	0,4930
3	0,278	0,7710
4	0,142	0,9130
5	0,087	1,0000

$$R_n = 0,2707 \Rightarrow x_1 = 2$$

$$R_n = 0,8705 \Rightarrow x_2 = 4$$

$$R_n = 0,7298 \Rightarrow x_3 = 3$$

$$R_n = 0,0500 \Rightarrow x_4 = 0$$

$$R_n = 0,3901 \Rightarrow x_5 = 2$$

Problema N° 5

Se pagan 6 reclamos totalizando \$ 9.000,00.

Rn	Pago
0,8627	\$ 1.000,00
0,5938	\$ -
0,9329	\$ 5.000,00
0,8281	\$ 1.000,00
0,4018	\$ -
0,7837	\$ 500,00
0,2267	\$ -
0,8649	\$ 1.000,00
0,7367	\$ 500,00
0,2143	\$ -
Total pagos	\$ 9.000,00

Problema N° 9

Costo de Compra por periódico: \$10

Costo excedente por periódico: \$8

Costo faltante por periódico: \$5

Reembolso por dev. por periódico: \$2

Utilidad perdida por periódico: \$5

Demanda diaria	Frecuencia	Probabilidad	Prob. Acum.
20	15	0,05	0,05
21	30	0,10	0,15
22	45	0,15	0,30
23	90	0,30	0,60
24	75	0,25	0,85
25	45	0,15	1,00
Total	300		

Política A: Comprar lo vendido el día anterior + ventas perdidas del día anterior

Día	NA	Rn	Cant. demandada	Cant. Comprada	Cant. Vendida	Cant. Sobrante	Cant. Faltante	Costo Excedente (\$)	Costo Faltante (\$)	CT (\$)
1	22	0,22	22	20	20	0	2	0	10	10
2	50	0,50	23	22	22	0	1	0	5	5
3	13	0,13	21	23	21	2	0	16	0	16
4	36	0,36	23	21	21	0	2	0	10	10
5	91	0,91	25	23	23	0	2	0	10	10
6	10	0,10	21	25	21	4	0	32	0	32
7	72	0,72	24	21	21	0	3	0	15	15
8	74	0,74	24	24	24	0	0	0	0	0
9	76	0,76	24	24	24	0	0	0	0	0
10	82	0,82	24	24	24	0	0	0	0	0
11	94	0,94	25	24	24	0	1	0	5	5
12	56	0,56	23	25	23	2	0	16	0	16
13	67	0,67	24	23	23	0	1	0	5	5
14	66	0,66	24	24	24	0	0	0	0	0
15	60	0,60	24	24	24	0	0	0	0	0
16	5	0,05	21	24	21	3	0	24	0	24
17	82	0,82	24	21	21	0	3	0	15	15
18	0	0,00	20	24	20	4	0	32	0	32
19	79	0,79	24	20	20	0	4	0	20	20
20	89	0,89	25	24	24	0	1	0	5	5
								120	100	220
Costo Total Promedio de la Política									11	

Política B: Comprar 23 periódicos por día.

Día	N°	Rn	Cant. demandada	Cant. Comprada	Cant. Vendida	Cant. Sobrante	Cant. Faltante	Costo Excedente (\$)	Costo Faltante (\$)	CT (\$)
1	22	0,22	22	23	22	1	0	8	0	8
2	50	0,50	23	23	23	0	0	0	0	0
3	13	0,13	21	23	21	0	2	0	10	10
4	36	0,36	23	23	23	0	0	0	0	0
5	91	0,91	25	23	23	0	2	0	10	10
6	10	0,10	21	23	21	0	2	0	10	10
7	72	0,72	24	23	23	0	1	0	5	5
8	74	0,74	24	23	23	0	1	0	5	5
9	76	0,76	24	23	23	0	1	0	5	5
10	82	0,82	24	23	23	0	1	0	5	5
11	94	0,94	25	23	23	0	2	0	10	10
12	56	0,56	23	23	23	0	0	0	0	0
13	67	0,67	24	23	23	0	1	0	5	5
14	66	0,66	24	23	23	0	1	0	5	5
15	60	0,60	24	23	23	0	1	0	5	5
16	5	0,05	21	23	21	2	0	4	0	4
17	82	0,82	24	23	23	0	1	0	5	5
18	0	0,00	20	23	20	3	0	6	0	6
19	79	0,79	24	23	23	0	1	0	5	5
20	89	0,89	25	23	23	0	2	0	10	10
								18	95	113
Costo Total Promedio de la Política										5,65

El costo promedio diario es menor en la política B por lo que si se decide acorde a los principios económicos y financieros esa sería la opción más conveniente.

Problema N° 10

Números Pseudoaleatorios

0,7640	0,8787	0,7107	0,9134	0,8479	0,4232	0,9491	0,2577	0,9978	0,9710
0,1705	0,1669	0,3378	0,7542	0,9635	0,4306	0,8360	0,3143	0,7918	0,3201
0,6055	0,1717	0,0284	0,6457	0,2931	0,7808	0,3429	0,4536	0,8353	0,1738
0,8881	0,4673	0,9655	0,9025	0,9872	0,9558	0,7140	0,4513	0,0221	0,7482
0,8528	0,2504	0,8300	0,2675	0,9213	0,4555	0,3456	0,5114	0,0641	0,9538

Q	Util. Neta Promedio	Nivel de Servicio
100	\$ 4.227,56	0,44
110	\$ 4.578,01	0,50
120	\$ 4.815,28	0,70
130	\$ 4.875,52	0,84
131	\$ 4.875,72	0,84
132	\$ 4.875,92	0,84
133	\$ 4.875,58	0,86
140	\$ 4.821,65	0,96
150	\$ 4.699,45	0,98

Para resolver el presente problema se realizaron 50 ensayos de simulación con los mismos números aleatorios, haciendo variar el Stock máximo y comparando la Utilidad Neta Promedio y el Nivel de Servicio para cada escenario.

Nivel de Servicio: entendemos por nivel de servicio al porcentaje de veces que es posible satisfacer la demanda.

Conclusión: Si la prioridad es maximizar la Utilidad Neta Promedio, de acuerdo a lo simulado resulta conveniente fijar un nivel máximo de inventario al inicio de cada semana de 132 unidades, mientras que si se desea maximizar el Nivel de Servicio el inventario máximo sugerido será de 150 unidades o más.

Problema N° 12

Datos:

Cs = \$30 por unidad y por día, lo que implica: \$300 por decena y por día

Cr = \$50 por unidad y por día, lo que implica: \$500 por decena y por día

Stock Inicial = 20 decenas

Demanda por día (decenas)	Prob.	Prob. Acum.
0	0,05	0,05
10	0,12	0,17
20	0,18	0,35
30	0,25	0,60
40	0,22	0,82
50	0,18	1

Demora (días)	Prob.	Prob. Acum.
1	0,15	0,15
2	0,20	0,35
3	0,40	0,75
4	0,25	1

Decenas pedidas	Costo
0 - 100	400
101 - 250	580
más de 250	700

Política A: Efectuar un pedido cada 7 días de 180 decenas.

Día	Rn	Dem.	Rn	Demora	Ingresos Pedido	Stock	CTs	CTr	CTp	Costo Total
0						20				
1	0,3707	30	0,0709	1		-10	-	5.000	580	5.580
2	0,6189	40			180	130	39.000	-		39.000
3	0,3492	20				110	33.000	-		33.000
4	0,4653	30				80	24.000	-		24.000
5	0,0910	10				70	21.000	-		21.000
6	0,3468	20				50	15.000	-		15.000
7	0,4267	30				20	6.000	-		6.000
8	0,5262	30	0,6152	3		-10	-	5.000	580	5.580
9	0,2658	20				-30	-	15.000		15.000
10	0,2129	20				-50	-	25.000		25.000
11	0,7285	40			180	90	27.000	-		27.000
12	0,9372	50				40	12.000	-		12.000
13	0,6332	40				0	-	-		-
14	0,8928	50				-50	-	25.000		25.000
15	0,3226	20	0,8952	4		-70	-	35.000	580	35.580
16	0,8899	50				-120	-	60.000		60.000
17	0,7283	40				-160	-	80.000		80.000
18	0,0886	10				-170	-	85.000		85.000
19	0,4728	30			180	-20	-	10.000		10.000
20	0,1021	10				-30	-	15.000		15.000
21	0,6222	40				-70	-	35.000		35.000
22	0,7369	40	0,2944	2		-110	-	55.000	580	55.580
23	0,7520	40				-150	-	75.000		75.000
24	0,3286	20			180	10	3.000	-		3.000
25	0,6357	40				-30	-	15.000		15.000
Total							180.000	540.000	2.320	722.320

Política B: Efectuar un pedido cada 10 días, con una cantidad igual a la demanda en los 10 días anteriores (incluido el día que se hace el pedido).

Día	Rn	Dem.	Rn	Demora	Ingresas Pedido	Stock	CTs	CTr	CTp	Costo Total
0						20				
1	0,3707	30	0,0709	1		-10	-	5.000	580	5.580
2	0,6189	40			230	180	54.000	-		54.000
3	0,3492	20				160	48.000	-		48.000
4	0,4653	30				130	39.000	-		39.000
5	0,0910	10				120	36.000	-		36.000
6	0,3468	20				100	30.000	-		30.000
7	0,4267	30				70	21.000	-		21.000
8	0,5262	30				40	12.000	-		12.000
9	0,2658	20				20	6.000	-		6.000
10	0,2129	20				0	-	-		-
11	0,7285	40	0,6152	3		-40	-	20.000	700	20.700
12	0,9372	50				-90	-	45.000		45.000
13	0,6332	40				-130	-	65.000		65.000
14	0,8928	50			260	80	24.000	-		24.000
15	0,3226	20				60	18.000	-		18.000
16	0,8899	50				10	3.000	-		3.000
17	0,7283	40				-30	-	15.000		15.000
18	0,0886	10				-40	-	20.000		20.000
19	0,4728	30				-70	-	35.000		35.000
20	0,1021	10				-80	-	40.000		40.000
21	0,6222	40	0,8952	4		-120	-	60.000	700	60.700
22	0,7369	40				-160	-	80.000		80.000
23	0,7520	40				-200	-	100.000		100.000
24	0,3286	20				-220	-	110.000		110.000
25	0,6357	40			340	80	24.000	-		24.000
						Total	315.000	595.000	1.980	911.980

Primer Pedido → 200 (demanda 10 días anteriores) + 30 = 230 decenas

Segundo Pedido → 40+20+30+10+20+30+30+20+20+40 = 260 decenas

Tercer Pedido → 50+40+50+20+50+40+10+30+10+40 = 340 decenas

El CT de la política A es \$189.660 menor que el de la B (un 20,79% menos). La política A resulta por lo tanto la más conveniente.

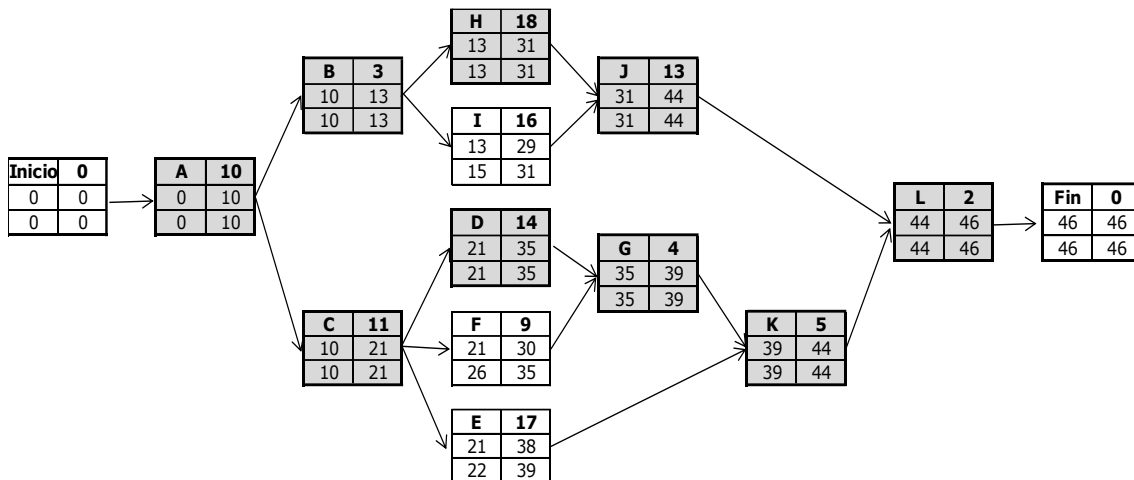
Problema N° 15

a) Beneficio Promedio: \$40

b) Probabilidad de obtener pérdidas: 0,30.

PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS**Problema N° 5**

a)



b) DT = 46 semanas

c) Las actividades críticas son A, B, C, D, G, H, J, K y L, dado que cumplen con la condición:

$$MI_i = MI_i^* \wedge MF_i = MF_i^*$$

Estas actividades no admiten demoras en su ejecución. Cualquier retraso impacta directamente en la duración total mínima del proyecto y en los momentos de inicio más temprano de las actividades que le siguen.

d) Si se incrementa el tiempo de localización de nuevas oficinas (D), habrá una demora de la misma magnitud de la duración total (DT) del proyecto, dado que se trata de una actividad crítica, es decir que tanto su Margen Total como su Margen Libre son nulos.

Recordemos que el primero de estos márgenes, mide en cuánto se puede demorar una actividad sin afectar la duración total del proyecto; mientras que el Margen Libre mide el tiempo que puede retrasarse una actividad sin modificar el momento de inicio más temprano de las actividades inmediatas siguientes, en este caso G.

e) El diseño y la adecuación de interiores (E) puede demorarse ya que su margen libre es mayor que cero.

$$ML_i = \min (MI_r - MF_i) \quad r \in \Gamma(i) \text{ siendo } r \text{ las actividades inmediatas siguientes}$$

$$ML_E = \min (MI_K - MF_E)$$

$$ML_E = 39 - 38 = 1 \text{ semana}$$

El diseño y adecuación de interiores puede demorarse hasta una semana sin afectar el momento de inicio más temprano del Traslado de equipos y papelería (K).

f) MT = MF_i* - MF_i = MI_i* - MI_i

$$MT_F = 35 - 30 = 26 - 21 = 5 \text{ semanas}$$

La tarea F puede demorarse hasta 5 semanas sin afectar la duración total del proyecto.

$$ML_i = \min (MI_r - MF_i) \quad r \in \Gamma(i)$$

$$ML_F = 35 - 30 = 5 \text{ semanas}$$

La tarea F puede demorarse hasta 5 semanas sin modificar el momento de inicio más temprano de la tarea inmediata siguiente (G).

Problema N° 7

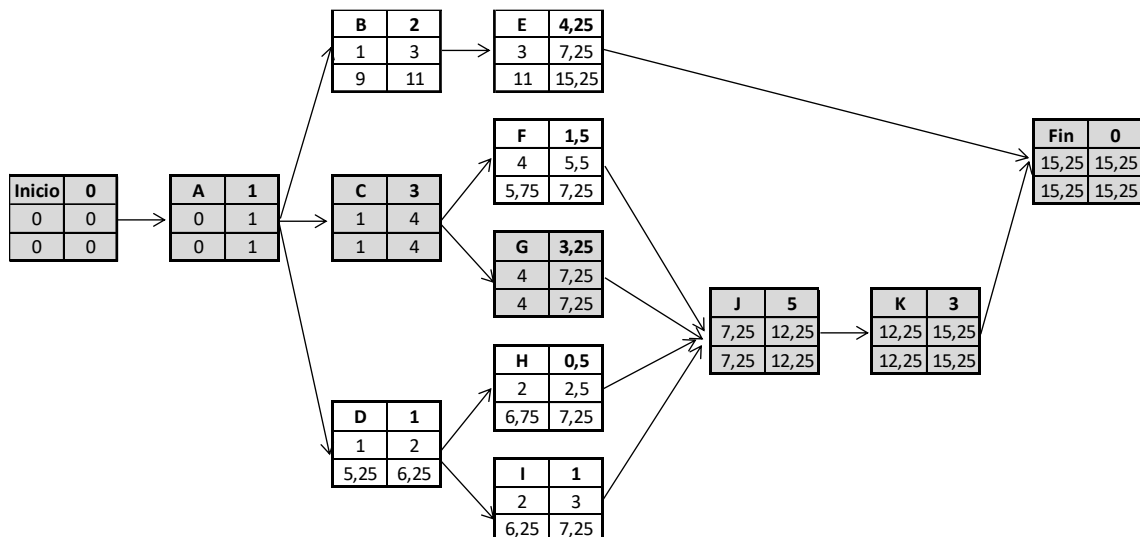
a) La duración media y la varianza de cada actividad se obtienen de la siguiente manera:

$$\bar{D}_i = \frac{a_i + 4 m_i + b_i}{6} ; \quad V(D_i) = \left[\frac{b_i - a_i}{6} \right]^2$$

A continuación se presentan sus valores para todas las actividades que conforman el proyecto.

Actividad	Distribución	\bar{D}_i	$V(D_i)$	$DS(D_i)$
A	Beta	1	0,03	0,17
B	Beta	2	0,03	0,17
C	Beta	3	0,11	0,33
D	Beta	1	0,03	0,17
E	Beta	4,25	0,11	0,33
F	Beta	1,5	0,03	0,17
G	Beta	3,25	0,34	0,58
H	Beta	0,5	0,01	0,08
I	Beta	1	0,01	0,08
J	Beta	5	0,11	0,33
K	Beta	3	0,11	0,33

b) Para determinar el camino crítico y la Duración Total esperada de auditar el rubro Caja y Bancos de la empresa, es necesario realizar la representación gráfica del proyecto, tomando los tiempos medios de duración de cada actividad como si fueran ciertos y considerando las relaciones de precedencia. La red representativa de este proyecto es la siguiente:



$$\overline{DT} = 1 + 3 + 3,25 + 5 + 3 = 15,25$$

La duración total esperada del proyecto es igual a la suma de las duraciones medias de las actividades que integran el camino crítico, en este caso será de 15,25 días, dado que el camino crítico está formado por las actividades: Inicio, A, C, G, J, K y Fin. Sobre estas actividades hay que realizar un estricto control, ya que cualquier demora en su ejecución afectará la duración total del proyecto.

- c) Bajo las condiciones del teorema central del límite la DT del proyecto se distribuye Normal con media igual a la suma de las duraciones medias de las actividades que integran el camino crítico y varianza igual a la suma de las varianzas de las mismas actividades.

Para obtener la probabilidad de que la tarea de auditar el Rubro Caja y Bancos demore un día más que el tiempo mínimo esperado, se procederá de la siguiente manera:

$$P(Z \leq Z_0) = P\left(Z \leq \frac{(DT_0 - \overline{DT})}{DS(DT)}\right)$$

La duración total esperada se calculó en el inciso b) y es de 15,25 días, para poder estimar la probabilidad deseada se debe calcular la desviación estándar de DT, de la siguiente manera:

$$DS(DT) = \sqrt{\sum_{i \in \mu^*} V(D_i)} = \sqrt{0,03 + 0,11 + 0,34 + 0,11 + 0,11} = 0,84$$

Entonces:

$$DT_0 = 15,25 + 1 = 16,25$$

$$P\left(z \leq \frac{16,25 - 15,25}{0,84}\right) = P(z \leq 1,19)$$

$$P(z \leq 1,19) = 0,8830$$

Se estima que la probabilidad de terminar el proyecto en 16,25 días es de 0,8830.

- d) Si el responsable de realizar la auditoría desea que la probabilidad de entregar el informe al auditor general sea de 0,995; deberá estimar el plazo asociado a tal objetivo de la siguiente manera:

$$P(DT \leq DT_0) = P(z \leq z_0) = 0,995 ;$$

El valor de la variable normal estandarizada asociado es 2,576; por lo que:

$$2,576 = \frac{DT_0 - 15,25}{0,84}$$

$$DT_0 = 15,25 + 2,576 \times 0,84 = 17,40 \text{ días}$$

El encargado de auditar el rubro Caja y Bancos deberá comprometerse a entregar su informe en no menos de 17,40 días.

Problema N° 10

Actividad	\bar{D}_i	$V(D_i)$	$DS(D_i)$
A	6	1,7778	1,3333
B	2	0,4444	0,6667
C	3	0,1111	0,3333
D	5	1,7778	1,3333
E	3	0,1111	0,3333
F	2	0,0278	0,1667
G	3	0,2500	0,5000
H	4	0,6944	0,8333
I	2	0,0278	0,1667
J	2	0,1111	0,3333

a) El tiempo mínimo esperado de finalización del estudio de factibilidad es de 17 semanas

b) $DT \sim N(17;1,65)$

$$P(DT \leq 20) = P(Z \leq 1,82) = 0,9656$$

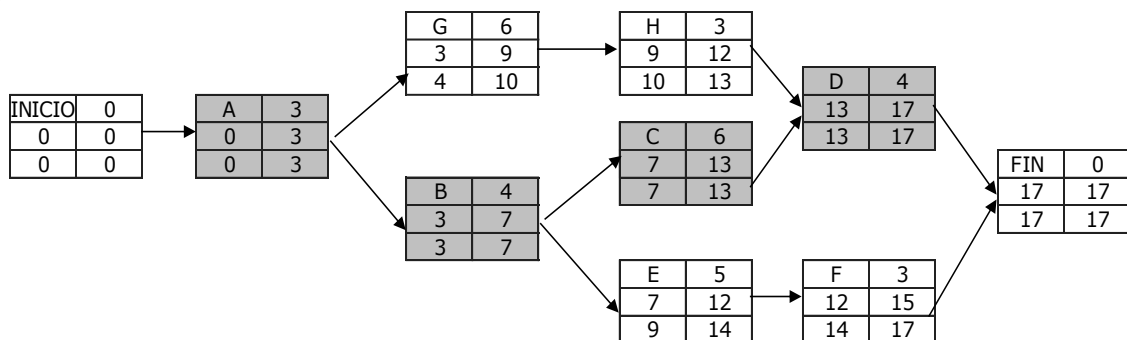
c) y e)

Camino no críticos	\bar{DT}_i	$V(DT_i)$	$DS(DT_i)$	Z_0	$P(Z \leq Z_0)$
$\mu_1 = \{\text{Inicio, A,C,F,J, Fin}\}$	13	2,0278	1,4240	4,92	1
$\mu_2 = \{\text{Inicio, A,D,G,J, Fin}\}$	16	3,9167	1,9791	2,02	0,9783
$\mu_3 = \{\text{Inicio, B,H,I,J, Fin}\}$	10	1,2778	1,1303	8,84	1

f) Ver página 256 del Capítulo 9 del libro "APOYO CUANTITATIVO A LAS DECISIONES".

Problema N° 13

a)



a.1) $DT=17$ días

a.2) Actividades críticas A, B, C y D

a.3) Costo normal de las actividades = \$24.850

$$(350+2.500+5.000+2.500+5.000+2.500+4.000+3.000)$$

b) A partir de los datos se puede calcular el incremento en el costo por día de reducción:

Actividad	DN _i	DA _i	CN _i	CA _i	DN _i - DA _i	$c_i = \frac{CA_i - CN_i}{DN_i - DA_i}$
A	3	2	\$350	\$650	1	\$300
B	4	2	\$2.500	\$4.500	2	\$1.000
C	6	3	\$5.000	\$8.000	3	\$1.000
D	4	3	\$2.500	\$2.750	1	\$250
E	5	2	\$5.000	\$6.500	3	\$500
F	3	3	\$2.500	\$2.500	0	-----
G	6	5	\$4.000	\$5.250	1	\$1.250
H	3	2	\$3.000	\$4.500	1	\$1.500

A continuación se explica el procedimiento a realizar:

A partir de la red del Proyecto, para reducir su Duración Total se debe acelerar el tiempo de ejecución de la/s actividad/es crítica/s puesto que de este modo, se afectará el tiempo mínimo requerido para concluir el proyecto.

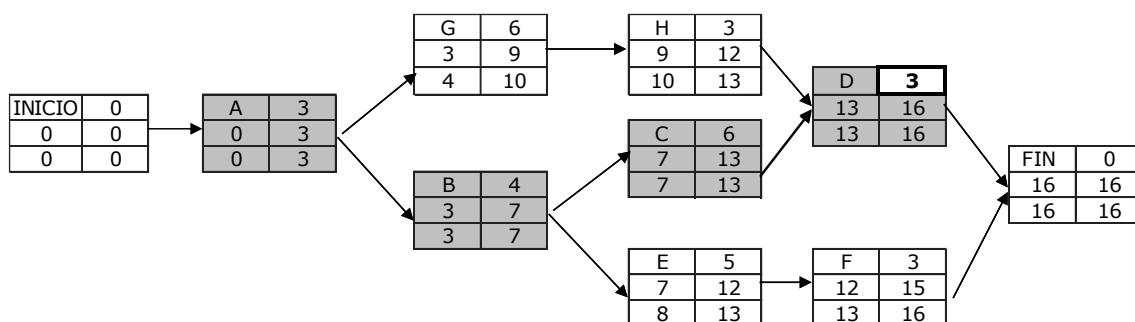
Se aconseja reducir de a una unidad de tiempo por vez, ya que con cada reducción podrían aparecer nuevos caminos críticos.

En este caso las actividades críticas son A, B, C y D, y todas admiten reducción.

Paso 1) Las alternativas para reducir en un día el tiempo de ejecución del proyecto son, acelerar la duración de:

- A con un incremento en costo de \$300.
- B con un incremento en costo de \$1.000.
- C con un incremento en costo de \$1.000.
- D con un incremento en costo de \$250.

Se deberá elegir la alternativa con menor incremento en los costos, que en este caso es reducir en 1 día la duración de la actividad D. La nueva DT del proyecto será:



DT = 16 días

$\mu_1^* = \{\text{Inicio, A, B, C, D, Fin}\}$

Costo de materiales = \$17.500

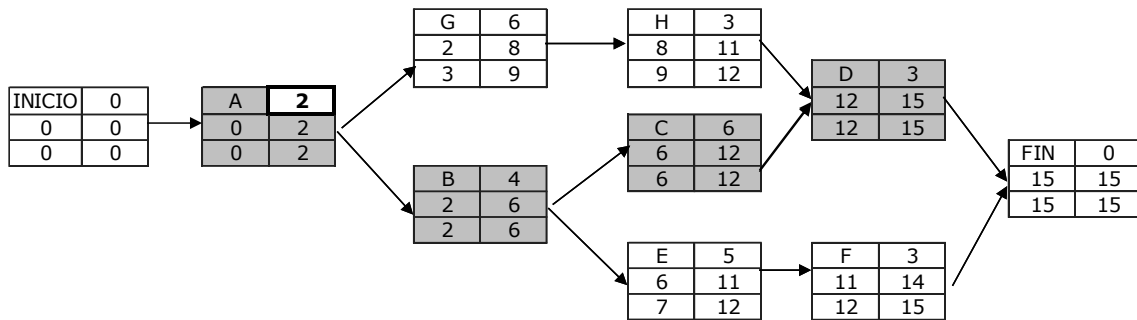
Costo de actividades = \$24.850 + \$250 = \$25.100

Costo Total = \$42.600

Paso 2) Teniendo en cuenta la red correspondiente a una DT de 16 días y su camino crítico, las alternativas de reducción para disminuir DT en 1 día son:

- A con un incremento en costo de \$300.
- B con un incremento en costo de \$1.000.
- C con un incremento en costo de \$1.000.

Recordemos que si bien la actividad D es crítica, ya no admite reducción, por lo que la alternativa de menor costo es reducir la duración de A, obteniéndose:



DT = 15 días

$\mu_1^* = \{\text{Inicio, A, B, C, D, Fin}\}$

Costo de materiales = \$17.500

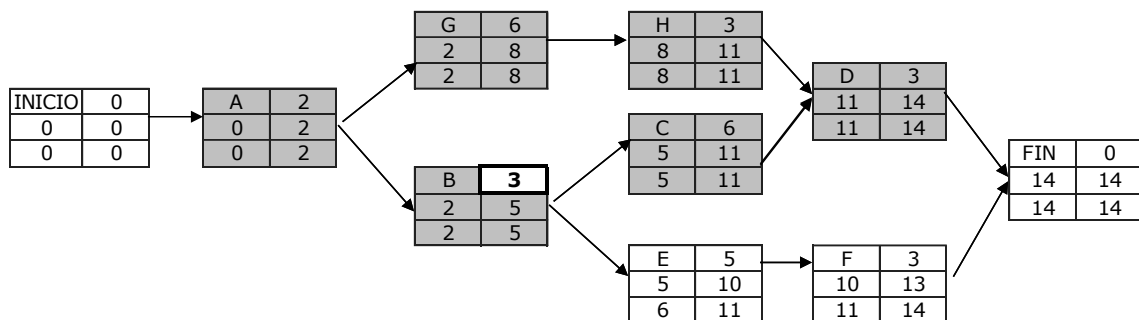
Costo de actividades = \$25.100 + \$300 = \$25.400

Costo Total = \$42.900

Paso 3) Las próximas alternativas de reducción a considerar son reducir:

- B con un incremento en costo de \$1.000.
- C con un incremento en costo de \$1.000.

En este caso se puede reducir cualquiera de las actividades, en términos de costos, por lo que en este caso optamos por reducir la duración de B porque afecta a un mayor número de caminos.



DT = 14 días

$\mu_1^* = \{\text{Inicio, A, B, C, D, Fin}\}$

$\mu_2^* = \{\text{Inicio, A, G, H, D, Fin}\}$

Costo de materiales = \$17.500

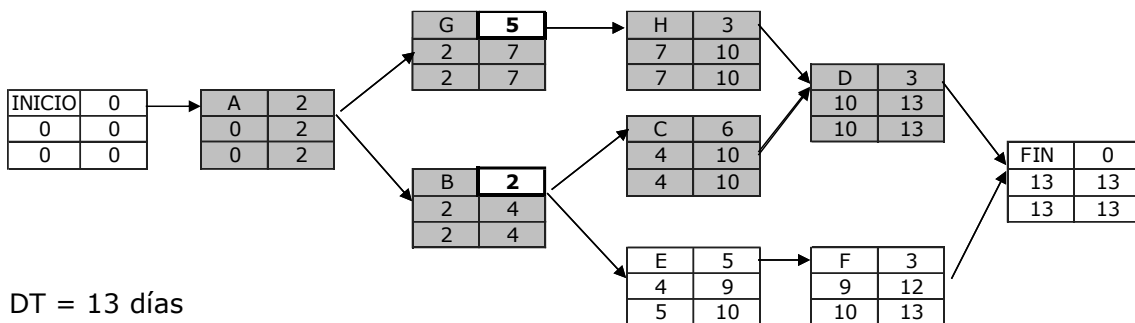
Costo de actividades = \$25.400 + \$1.000 = \$26.400

Costo Total = \$43.900

Paso 4) Teniendo en cuenta que existe más de 1 camino crítico las alternativas de reducción son:

- Reducir B y G con un incremento de costo \$2.250 (\$1.000 + \$1.250).
- Reducir B y H con un incremento de costo de \$2.500 (\$1.000 + \$1.500).
- Reducir C y G con un incremento de costo \$2.250 (\$1.000 + \$1.250).
- Reducir C y H con un incremento de costo de \$2.500 (\$1.000 + \$1.500).

Se opta por reducir B en un día con un incremento de costo de \$1.000 y reducir simultáneamente G con un incremento de costo de 1.250.



DT = 13 días

$\mu_1^* = \{\text{Inicio, A, B, C, D, Fin}\}$

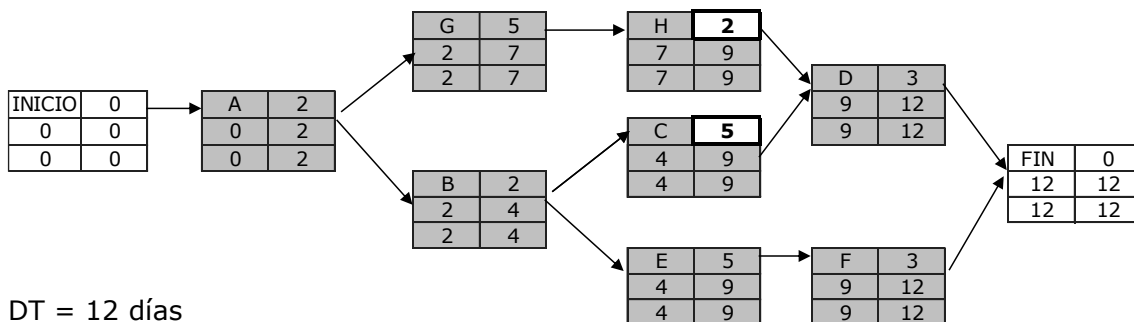
$\mu_2^* = \{\text{Inicio, A, G, H, D, Fin}\}$

Costo de materiales = \$17.500

Costo de actividades = \$26.400 + \$2.250 = \$28.650

Costo Total = \$46.150

Paso 5) La alternativa de reducción es única y consiste en reducir C y H en un día con un incremento de costo de \$2.500 (\$1000 + \$1.500). La nueva red:



DT = 12 días

$\mu_1^* = \{\text{Inicio, A, B, C, D, Fin}\}$

$\mu_2^* = \{\text{Inicio, A, G, H, D, Fin}\}$

$\mu_3^* = \{\text{Inicio, A, B, E, F, Fin}\}$

Costo de materiales = \$17.500

Costo de actividades = \$28.650 + \$2.500 = \$31.150

Costo Total = \$48.650

El procedimiento finaliza cuando no existen más posibilidades de reducción.

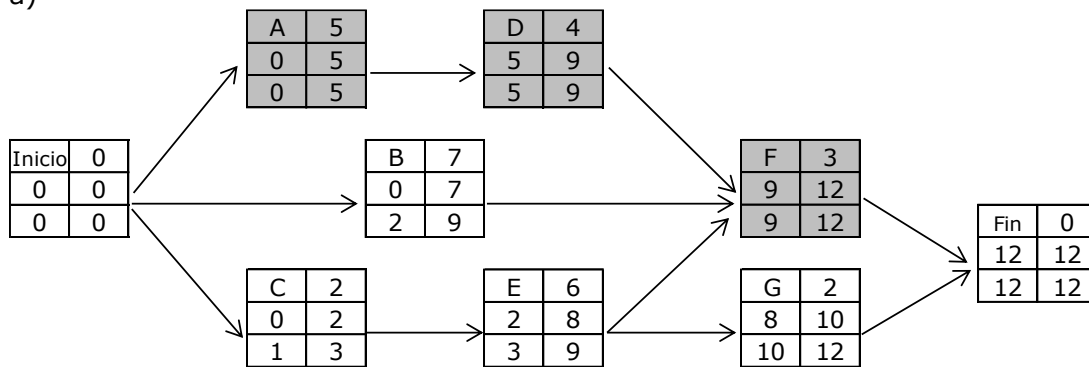
El siguiente cuadro resume el programa de reducción en la duración de las actividades.

Tiempo	Actividad Reducida	Costo de Materiales	Costo de las Actividades	Costo Total	Referencia (Pasos)
17	-	\$17.500	\$24.850	\$42.350	
16	D	\$17.500	\$25.100	\$42.600	(1)
15	A	\$17.500	\$25.400	\$42.900	(2)
14	B	\$17.500	\$26.400	\$43.900	(3)
13	B y G	\$17.500	\$28.650	\$46.150	(4)
12	C y H	\$17.500	\$31.150	\$48.650	(5)

c) Para ejecutar el proyecto en 14 días de deberán reducir en 1 día las actividades A, B y D a un costo incremental \$1.550 (\$43.900 - \$42.350).

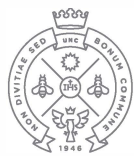
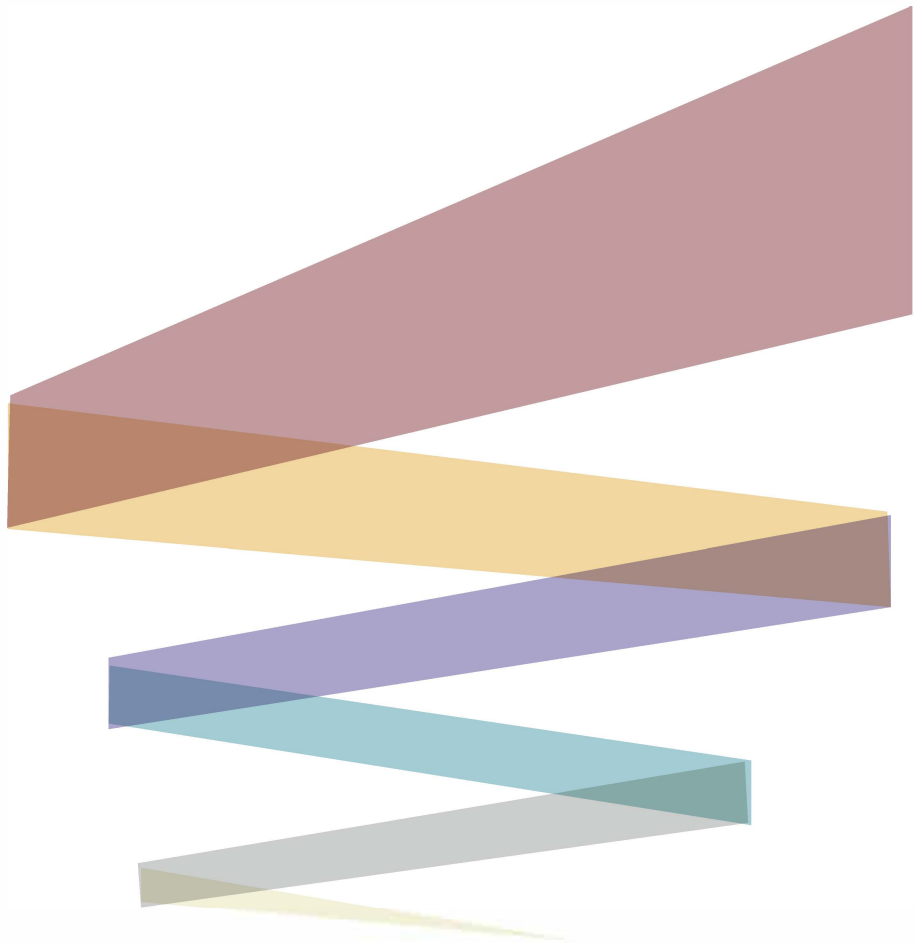
Problema N° 15

a)



b) El tiempo mínimo de realización del proyecto es de 12 días y el camino crítico asociado es $\mu^* = \{\text{Inicio}, A, D, G, \text{Fin}\}$.

- c) 1. Costo asociado al tiempo mínimo = \$40.300 (Costo asociado a una DT de 9 días)
- 2. Tiempo asociado al costo total mínimo = 10 días (Duración Total asociada al mínimo costo de \$39.650)



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba