**TALLER DE FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN LINEAL**

1. La cervecería Bloomington produce cerveza común y la de tipo ale. La cerveza se vende a 5 dólares el barril, y el de ale a 2 dólares el barril. La producción de un barril de cerveza requiere de 5 libras de cebada y 2 libras de lúpulo. La producción de un barril de ale requiere de 2 libras de cebada y 1 libra de lúpulo. Se dispone de 60 libras de cebada y de 25 libras de lúpulo. Formule el problema para maximizar los ingresos.
2. Un carpintero fabrica dos productos: sillas y marcos. Su producción está limitada por las disponibilidades en listones de madera (36 semanales), por las horas de mano de obra contratada (48 semanales) y por las horas de trabajo disponibles en la máquina cepilladora automática (70 semanales). Cada silla requiere 4 listones de madera, 3 horas de mano de obra y 10 horas de cepilladora. Cada marco requiere 4 listones, 6 horas hombre y 5 horas de cepilladora. El carpintero obtiene $300 y $200 de utilidades por cada silla y marco respectivamente. Formule el problema tal que se halle el programa de fabricación que haga máximas las utilidades.
3. Un alumno que repite el curso de Investigación de Operaciones acude al psiquiatra y este le informa que su falta de entusiasmo se debe a un déficit de tiamina y niacín prescribiéndole un mínimo de 1 mg y 10 mg diarios, respectivamente. El doctor le sugiere que obtenga la mitad de la dosis mediante un desayuno a base de cereales. El alumno, que no cuenta con demasiados recursos económicos, trata de hacer mínimo el costo de las vitaminas. Una vez en el supermercado, se informa acerca de los dos únicos desayunos que le agradan: A y B.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cereal | Tiamina por Onza | Niacín por Onza | Costo por Onza |
| A | 0.12 mg. | 0.60 mg. | $ 14 |
| B | 0.13 mg. | 1.59 mg. | $ 24 |

Determinar la mezcla a realizar para que el costo sea mínimo y asegure la mitad de la dosis de vitaminas prescritas por el psiquiatra.

1. Un granjero puede criar ovejas, cerdos y ganado vacuno. Tiene espacio para 30 ovejas, o 50 cerdos, o 20 cabezas de ganado vacuno, o cualquier combinación de éstos (con la relación siguiente: 3 ovejas, 5 cerdos o dos vacas usan el mismo espacio). Los beneficios (utilidades) dadas por animal son 5, 4, 10 pesos para ovejas, cerdos y vacas respectivamente. El granjero debe criar, por ley, al menos tantos cerdos como ovejas y vacas juntas.
2. Un agricultor tiene 200 acres y dispone de 18000 horas-hombre. El desea determinar el área (en acres) que asignará a los siguientes productos: maíz, trigo, quimbombó, tomate y ejotes. El agricultor debe producir al menos 250 toneladas de maíz para alimentar a sus puercos y ganado, y debe producir al menos 80 toneladas de trigo, debido a un contrato que firmó previamente. A continuación se resumen el tonelaje y la mano de obra en horas-hombre por acre para diferentes productos:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Maíz | Trigo | Quimbombó | Tomate | Ejote |
| Ton/acre | 10 | 4 | 4 | 8 | 6 |
| Horas-hombre/acre | 120 | 150 | 100 | 80 | 120 |

El maíz, trigo, quimbombó, tomate y ejote se venden, respectivamente, en $120, $150, $50, $80 y $55 por tonelada. Formular el problema para maximizar los ingresos.

1. Un taller mecánico tiene tres máquinas disponibles A, B y C, para hacer unos productos de los tipos 1 y 2, y que se desea programar de la forma económicamente más favorable, en este caso, que la utilidad sea la máxima posible.

Para hacer este trabajo, se dispone de un número determinado de horas en cada máquina, que se señalan en la tabla siguiente:

|  |  |
| --- | --- |
| Máquina | Tiempo Disponible (en Horas) |
| A | 72 |
| B | 162 |
| C | 100 |

Los tiempos que emplea cada lote de 100 unidades de cada producto de los tipos 1 y 2, en cada una de las máquinas se indica en el cuadro siguiente:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Máquina | A | B | C |
| Lotes Pieza 1 | 12 | 9 | 20 |
| Lotes Pieza 2 | 12 | 36 | 10 |

Las ganancias o utilidades que proporcionan cada lote de 100 unidades del tipo 1 es de $10, y $7 los del tipo 2. Plantee un modelo de Programación lineal PL para maximizar la utilidad.

1. Una refinería puede comprar dos tipos de petróleo: petróleo crudo ligero y petróleo crudo pesado. El costo por barril de estos tipos de petróleo es $ 11 y $9 respectivamente. De cada tipo de petróleo se producen por barril las siguientes cantidades de gasolina, kerosene, y combustible para reactores:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Gasolina | Kerosene | Combustible para Reactores |
| Petróleo crudo ligero | 0.4 | 0.2 | 0.35 |
| Petróleo crudo pesado | 0.32 | 0.4 | 0.2 |

Obsérvese que durante el proceso de refinamiento se pierden el 5% y el 8% del crudo, respectivamente. La refinería tiene un contrato para entregar un millón de barriles de gasolina, 400.000 barriles de kerosene, y 250.000 barriles de combustible para reactores. Formular como un programa lineal el problema de encontrar el número de barriles de cada tipo de petróleo crudo que satisfacen la demanda y minimizan el costo total.

1. Una compañía produce un ensamblado que consta de un bastidor, una barra y un cojinete. La compañía fabrica las barras y los bastidores, pero tiene que comprar los cojinetes a otro fabricante. Cada barra debe procesarse en una máquina de forja, un torno y un esmeril. Estas operaciones requieren de 0.5 horas, 0.2 horas y 0.3 horas por barra, respectivamente. Cada bastidor requiere de 0.8 horas de trabajo de forja, 0.1 horas en el taladro, 0.3 horas en la fresadora y 0.5 horas en el esmeril. La compañía tiene 5 tornos, 10 esmeriles, 20 máquinas de forja, 3 taladros y 6 fresadoras. Suponga que cada máquina opera un máximo de 2400 horas al año. Formule como un programa lineal el problema de encontrar el número máximo de componentes ensamblados que es posible producir.

**Taller clase 2**

1. Una cooperativa tiene una finca de 300 hectáreas que puede bombear un millón de metros cúbicos del acuífero adyacente. La cooperativa quiere usar la totalidad de la finca con fines agropecuarios y proyecta producir plátano y maíz y también sembrar pasto de pastoreo para la cría de ganado. Una hectárea de plátano requiere 10 mil metros cúbicos de agua y 40 horas de mano de obra. Una hectárea de maíz requiere cuatro mil metros cúbicos de agua y 12 horas de mano de obra. Una cabeza de ganado requiere media hectárea de pasto, 100 metros cúbicos de agua (incluyendo el agua para el pasto) y ocho horas de mano de obra.

La cooperativa dispone de un capital de 100 millones de pesos y un total de ocho mil horas de mano de obra. Los costos de producción de una hectárea de plátano y de una de maíz son $500.000 y $100.000 respectivamente, mientras que la producción de ganado cuesta $70.000 por cabeza.

El ingreso bruto anual de la cooperativa es de $1.100.000 por hectárea de plátano y de $300.000 por hectárea de maíz. Una cabeza de ganado después de un año de engorde vale $130.000. Formule un problema de programación lineal para maximizar los beneficios netos.

1. Todo el acero producido por SIMESA debe cumplir con las siguientes especificaciones: 3.2 a 3.5% de carbono, 1.8 a 2.5% de silicio; 0.9 a 1.2% de níquel; resistencia a la tracción de por lo menos 45000 lb/pulg². SIMESA produce acero mezclando dos aleaciones. El costo y las propiedades de cada aleación vienen dadas por:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Aleación 1 | Aleación 2 |
| Costo por tonelada  (Dólares) | 190 | 200 |
| Porcentaje de Silicio | 2% | 2.5% |
| Porcentaje de Níquel | 1% | 1.5% |
| Porcentaje de carbono | 3% | 4% |
| Resistencia a la tensión | 42000 lb/pulg² | 50000 lb/pulg² |

Supóngase que se puede determinar la resistencia a la tracción de una mezcla promediando las resistencias de las aleaciones que se mezclan. Utilice la programación lineal para determinar cómo minimizar los costos de producción de una tonelada de acero.

1. Un granjero tiene 100 acres de terreno que puede dedicar a cultivar trigo o maíz o ambos en cualquier proporción. La cosecha anual es de 60 fanegas por acre de trigo y de 95 fanegas por acre de maíz. Las necesidades de mano de obra son anualmente de cuatro (4) horas por acre cultivado más 0.15 horas por fanega de trigo y 0.70 horas por fanega de maíz. El costo de las semillas, fertilizantes, etc. es de $20 por fanega de trigo y de $12 por fanega de maíz. El trigo puede venderse a $175 por fanega y el maíz a $95.

Además, el granjero quiere criar cerdos o gallinas o ambos, en cualquier proporción, disponiendo para ello de un terreno de 10000 pies cuadrados. Los cerdos se venden al cabo de un año a $4000 por unidad. Las aves se miden en proporción a la venta porcina, esto es, se considera como unidad avícola de venta el número de gallinas necesario para una venta de $4000. Cada cerdo requiere $2000 en alimentos preparados, 25 pies cuadrados de espacio y 25 horas de mano de obra. La unidad avícola de venta requiere $1000 en alimentos, 15 pies cuadrados de espacio y 40 horas de mano de obra.

El granjero dispone anualmente de 2000 horas de su propio tiempo y otras 2000 horas de su familia. Puede contratar mano de obra aun precio de $150 por hora, pero cada hora contratada requiere de 0.15 horas de su propio tiempo para supervisión.

Se pide plantear el problema como un problema de programación lineal, para hallar los acres dedicados a trigo y a maíz, el número de cerdos y unidades avícolas a criar y las horas de mano de obra a contratar el próximo año para que los beneficios del granjero sean máximos.

1. En la ciudad de Armenia se va a demoler un barrio de 10 acres y la alcaldía debe decidir sobre el nuevo plan de desarrollo. Se van a considerar dos proyectos habitacionales: viviendas a bajo costo y viviendas a medio costo. Se pueden construir 20 y 15 unidades de cada vivienda por acre, respectivamente. Los costos por unidad de las viviendas a bajo y medio costo son 13 millones y 18 millones, respectivamente. Los límites superior e inferior establecidos por la alcaldía sobre el número de viviendas de bajo costo son 60 y 100 respectivamente. De igual manera, el número de viviendas de costo medio debe estar entre 30 y 70. Se estima que el mercado potencial combinado máximo para las viviendas es de 150 (que es menor que la suma de los límites de los mercados individuales debido al translapo entre los dos mercados). Se desea que la hipoteca total comprometida al nuevo plan de desarrollo no exceda los 2.000 millones. Finalmente, el asesor de la obra sugirió que el número de viviendas de bajo costo sea por lo menos de 50 unidades mayor que la mitad del número de viviendas de costo medio. Formule el problema como un problema de programación lineal.
2. Un contratista está considerando una propuesta para la pavimentación de una carretera. Las especificaciones requieren un espesor mínimo de doce pulgadas (12"), y un máximo de 18". La carretera debe ser pavimentada en concreto, asfalto, gravilla, o cualquier combinación de estos tres elementos. Sin embargo, las especificaciones requieren una consistencia final igual o mayor que la correspondiente a una superficie de concreto de 9" de espesor. El contratista ha determinado que 3" de su asfalto son tan resistentes como 1" de concreto, y 6" de gravilla son tan resistentes como 1" de concreto. Cada pulgada de espesor por yarda cuadrada de concreto le cuesta $10, el asfalto $3.80, y la gravilla $1.50.

Determine la combinación de materiales que el contratista debería usar para minimizar su costo.

1. Un productor de aluminio fabrica una aleación especial que el garantiza que contiene un 90% o más de aluminio, entre 5% y 8% de cobre y el resto de otros metales. La demanda para esta aleación es muy incierta de modo que el productor no mantiene un stock disponible. El ha recibido una orden de 1.000 kg. a $450/kg. La aleación debe hacerse a partir de barras de dos tipos de materiales de desecho, de cobre puro y de aluminio puro. El análisis de los materiales de desecho es el siguiente:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *Al* | *Cu* | *Otros* |
| *Material de desecho 1* | 95% | 3% | 2% |
| *Material de desecho 2* | 85% | 1% | 14% |

Los respectivos costos son: Material de desecho 1 = $150/kg; Material de desecho 2 = $50/kg; Cobre puro = $150/kg; y Aluminio puro $500/kg. Cuesta $50 fundir un kilogramo de metal. Se tienen más de 1.000 kg. de cada tipo de metal disponible. Como debe el productor cargar su horno de manera que maximice sus utilidades?

1. El personal técnico de un hospital desea elaborar un sistema computarizado para planear diversos menús. Para empezar, deciden planear el menú de la comida. El menú se divide en tres grandes categorías: legumbres, carne y postre. Se desea incluir en el menú por lo menos el equivalente a una porción de cada categoría. A continuación se resume el costo por ración de algunos de los alimentos sugeridos, así como su contenido de carbohidratos, vitaminas, proteínas y grasas.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Carbohidratos | Vitaminas | Proteínas | Grasa | Costo en $ por Ración |
| LEGUMBRES |  |  |  |  |  |
| Fríjoles | 1 | 3 | 1 | 0 | 0.10 |
| Tomates | 1 | 5 | 2 | 0 | 0.12 |
| Zanahoria | 1 | 5 | 1 | 0 | 0.13 |
| Maíz | 2 | 6 | 1 | 2 | 0.09 |
| Habichuela | 4 | 2 | 1 | 1 | 0.10 |
| Arroz | 5 | 1 | 1 | 1 | 0.07 |
| CARNES |  |  |  |  |  |
| Pollo | 2 | 1 | 3 | 1 | 0.70 |
| Res | 3 | 8 | 5 | 2 | 1.20 |
| Pescado | 3 | 6 | 6 | 1 | 0.63 |
| POSTRES |  |  |  |  |  |
| Naranja | 1 | 3 | 1 | 0 | 0.28 |
| Manzana | 1 | 2 | 0 | 0 | 0.42 |
| Pudín | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.15 |
| Gelatina | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |

Suponga que los requerimientos por comida mínimos de carbohidratos, vitaminas, proteínas y grasas son 5, 10, 10 y 2, respectivamente.

Formule el problema de planeación de menús como un problema de P.L.

**Taller clase 3**

1. Un fabricante de acero produce cuatro (4) tamaños de vigas en I: pequeña, mediana, grande y extragrande. Estas vigas se pueden producir en cualquiera de tres tipos de máquinas: A, B y C. A continuación se indican las longitudes (en pies) de las vigas I que pueden producir las máquinas por hora.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Viga | Máquina | | |
|  | A | B | C |
| Pequeña | 300 | 600 | 800 |
| Mediana | 250 | 400 | 700 |
| Grande | 200 | 350 | 600 |
| Extragrande | 100 | 200 | 300 |

Supóngase que cada máquina se puede usar hasta 50 horas por semana y que los costos de operación por hora de estas máquinas son de $30, $50 y $80 respectivamente. Supóngase, además, que semanalmente se requieren 10000, 8000, 6000 y 6000 pies de los distintos tamaños de las vigas I. Formular el problema de programación de máquinas como un problema de programación lineal.

1. Supóngase que Inglaterra, Francia y España producen todo el trigo, la cebada y la avena del mundo. La demanda mundial de trigo requiere que se dediquen 125 millones de acres de tierra a la producción de este cereal. Análogamente, se requieren 60 millones de acres de tierra para cebada y 75 millones de acres para avena. La cantidad total de tierra para este fin en Inglaterra, Francia y España es de 70 millones de acres, 110 millones de acres y 80 millones de acres, respectivamente. El número de horas de trabajo necesarias en Inglaterra, Francia y España para producir un acre de trigo es de 18 horas, 13 horas y 16 horas, respectivamente. El número de horas de trabajo necesarias en Inglaterra, Francia y España para producir un acre de cebada es de 15 horas, 12 horas y 12 horas, respectivamente. El número de horas de trabajo necesarias en Inglaterra, Francia y España para producir un acre de avena es de 12 horas, 10 horas y 16 horas, respectivamente. El costo de la mano de obra por hora para producir trigo es de $3.00, $2.40 y $3.30 en Inglaterra, Francia y España, respectivamente. El costo de la mano de obra por hora para producir cebada es de $2.70, $3.00 y $2.80 en Inglaterra, Francia y España, respectivamente. El costo de la mano de obra por hora para producir avena es de $2.30, $2.50 y $2.10 en Inglaterra, Francia y España, respectivamente. El problema es asignar el uso de la tierra en cada país de manera que se satisfagan los requerimientos de alimentos y se minimice el costo total de la mano de obra.
2. Un fabricante de muebles tiene tres plantas que requieren semanalmente 500, 700 y 600 toneladas de madera. El fabricante puede comprar la madera a tres (3) compañías madereras. Los primeros dos fabricantes de madera tienen virtualmente un suministro ilimitado mientras que, por otros compromisos, el tercer fabricante no puede surtir más de 500 toneladas por semana. La primera fábrica de madera usa el ferrocarril como medio de transporte y no hay un límite al peso que puede enviar a las fábricas de muebles. Por otra parte, las otras dos compañías madereras usan camiones, lo cual limita a 200 toneladas el peso máximo que puede enviar a cualquiera de las fábricas de muebles. En la siguiente tabla se da el costo de transporte de las compañías madereras a las fábricas de muebles ($/Tonelada).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Compañía Maderera* | *Planta 1* | *Planta 2* | *Planta 3* |
| 1 | 2.0 | 3.0 | 5.0 |
| 2 | 2.5 | 4.0 | 4.9 |
| 3 | 3.0 | 3.6 | 3.2 |

Formular y resolver el problema sabiendo que se quiere minimizar los costos de transporte.

1. Un taller mecánico tiene que fabricar seis pedidos en las cantidades que se detallan en la tabla.

Los tiempos necesarios para la fabricación de piezas de cada pedido en las distintas máquinas también aparecen en la tabla. Debe tenerse en cuenta que los tiempos de preparación son muy pequeños y se consideran incluidos como suplemento en los tiempos. En la misma tabla, se muestran las horas disponibles para cada máquina.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Pedido No.* | *Cantidad a Producir* | *Máquina 1* | *Máquina 2* | *Máquina 3* |
| 1 | 10 | 3 | 4 | 2 |
| 2 | 40 | 3 | 1 | 2 |
| 3 | 60 | 2 | 1 | 5 |
| 4 | 50 | 5 | 2 | 1 |
| 5 | 20 | 2 | 2 | 1 |
| 6 | 30 | 1 | 1 | 2 |
| *Horas por máquina:* | | 80 | 30 | 200 |

Realizar la programación del trabajo en las tres máquinas, de forma que se obtenga el tiempo mínimo.

1. Una tienda desea comprar las siguientes cantidades de vestidos de mujer:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modelo | A | B | C | D | E |
| Cantidad | 150 | 100 | 75 | 250 | 200 |

La tienda se abastece de cuatro fabricantes cuyas disponibilidades (de todos los vestidos combinados) se indican a continuación:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Fabricante | W | X | Y | Z |
| Cantidad | 300 | 250 | 150 | 200 |

La tienda estima que sus utilidades por vestido varían de acuerdo con cada fabricante en la forma que se indica:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | $/Vestido | | | | |
|  | A | B | C | D | E |
| W | 28 | 35 | 43 | 22 | 15 |
| X | 30 | 32 | 45 | 18 | 10 |
| Y | 25 | 35 | 48 | 20 | 13 |
| Z | 33 | 27 | 40 | 25 | 27 |

Encuentre las utilidades máximas.

1. Una corporación ha decidido producir tres productos nuevos. En este momento, cinco de sus plantas tienen capacidad de producción en exceso. El costo unitario de fabricación del primer producto sería de $90, $82, $92, $84 y $86, en las plantas 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. El costo unitario de fabricación del segundo producto sería $62, $58, $64, $56 y $58, en las plantas 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. El costo unitario de fabricación del tercer producto sería $76, $70, $80, en las plantas 1, 2, y 3, respectivamente, mientras que las plantas 4 y 5 no tienen la capacidad para elaborar este producto. Los pronósticos de ventas indican que deben producirse al día 5000, 3000 y 4000 unidades de los productos 1, 2 y 3, respectivamente. Las plantas 1, 2, 3, 4 y 5 tienen capacidad para producir 2000, 3000, 2000, 3000 y 5000 unidades cada día, respectivamente, sin importar el producto o la combinación de productos de que se trate. Supóngase que cualquier planta que tenga los elementos y la capacidad necesarias puede producir cualquier combinación de los productos en cualquier cantidad.

El gerente desea saber cómo asignar los nuevos productos a las plantas para minimizar el costo total y requerimientos.

1. Una firma de café produce dos tipos de mezclas: suave y suavísimo. En la planta se cuenta con dos tipos de café, así:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Café | Costo por Libra ($) | % de Cafeína | Cantidad Disponible (libras) |
| Colombiano | 52 | 2.5 | 20.000 |
| Brasileño | 50 | 2.0 | 25.000 |
| Mexicano | 48 | 1.5 | 15.000 |

Los productos que salen al mercado son:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Mezcla | Precio venta  por libra ($) | % máximo  de cafeína | Demanda (libras) |
| Suave | 72 | 2.2 | 35.000 |
| Suavísimo | 75 | 2.0 | 25.000 |

Como se obtiene la máxima ganancia en ventas?

1. Un empacador de nueces dispone de 150 libras de cacahuates, 100 libras de nuez de la India y 50 libras de almendras. El empacador puede vender tres tipos de mezclas de estos productos: una mezcla barata que consiste en 50% de cacahuates, 30% de nuez de la India y 20% de almendras; una mezcla para fiestas que consiste en 40% de cacahuates, 40% de nuez de la India y 20% de almendras y una mezcla de lujo con 20% de cacahuates, 50% de nuez de la India y 30% de almendras. Si la lata de 12 onzas de la mezcla barata, la mezcla para fiestas y la mezcla de lujo se pueden vender en $0.90, $1.10 y $1.30, respectivamente, ¿cuántas latas de cada tipo debe producir el empacador para maximizar su ganancia?
2. Una fábrica de plásticos planea obtener un nuevo producto mezclando 4 compuestos químicos. Estos compuestos consisten principalmente de 3 elementos químicos A, B y C. A continuación se muestra la composición y el costo por unidad de estos compuestos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Compuesto Químico | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Porcentaje de A | 30 | 20 | 40 | 20 |
| Porcentaje de B | 20 | 60 | 30 | 40 |
| Porcentaje de C | 40 | 15 | 25 | 30 |
| Costo/Kilogramo | 60 | 30 | 20 | 15 |

El nuevo producto consiste del 20% del elemento A, al menos 30% del elemento B y al menos el 20% del elemento C. Debido a los efectos laterales de los compuestos 1 y 2, no deben de exceder el 30% y del 40% del contenido del nuevo producto. Formular como un programa lineal el problema de encontrar la forma menos costosa de obtener el nuevo producto.

1. Una compañía dispone de $30 millones para distribuirlos el próximo año entre sus tres sucursales. Debido a compromisos de la estabilidad del nivel de empleados y por otras razones, la compañía ha establecido un nivel mínimo de fondos para cada una de las sucursales. Estos fondos mínimos son de $3, $5 y $8 millones, respectivamente. Debido a la naturaleza de su operación, la sucursal 2 no puede utilizar más de $17 millones sin una expansión de capital grande. La compañía no está dispuesta a efectuar tal expansión en este momento. Cada sucursal tiene la oportunidad de dirigir distintos proyectos con los fondos que recibe. Para cada proyecto se ha establecido una tasa de ganancia (como un porcentaje de la inversión). Los proyectos permiten solo una inversión limitada. A continuación se dan los datos para cada proyecto.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sucursal | Proyecto | Tasa de Ganancia | Límite Superior de la Inversión  (Millones de $) |
| 1 | 1 | 8% | 6 |
| 2 | 6% | 5 |
| 3 | 7% | 9 |
| 2 | 4 | 5% | 7 |
| 5 | 8% | 10 |
| 6 | 9% | 4 |
| 3 | 7 | 10% | 6 |
| 8 | 6% | 3 |

Formule este problema como un programa lineal para asignar el dinero a las diferentes sucursales.

**Taller clase 4**

1. Un fabricante de whisky importa tres tipos de licores A, B y C. Los mezcla de acuerdo con especificaciones que limitan el máximo y el mínimo de A y C en cada mezcla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mezcla | Especificaciones | Precio Unitario |
| Blue Dot | No más de 60% de A  No menos de 20% de C | $6.80 |
| Highland Fling | No más de 60% de C  No menos de 15% de A | $5.70 |
| Old Freny | No más de 50% de C | $4.50 |

Las cantidades disponibles de cada uno y sus precios son:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Clase | Cantidad máxima en unidades/día | Costo unitario |
| A | 2000 | $7.00 |
| B | 2500 | $5.00 |
| C | 1200 | $4.00 |

Establezca el programa de producción que maximiza las utilidades.

1. Alfredo tiene US$ 2200 para invertir durante los próximos cinco años. Al principio de cada año puede invertir su dinero en depósitos a plazo fijo de 1 o 2 años. El banco paga el 8% de interés en depósitos a plazo fijo de un año y el 17% (total) en depósitos a plazo fijo de dos años. Además, al principio del segundo año, CORFINSURA ofrecerá certificados a tres años. Estos certificados tendrán una ganancia del 27% (total). Si Alfredo reinvierte su dinero disponible cada año, formule un programa lineal que muestre como maximizar su ganancia total al final del quinto año.
2. Un cierto fabricante de tornillos, ha constatado la existencia de un mercado para paquetes de tornillos a granel en distintos tamaños. Los datos de la investigación de mercados han demostrado que se podrían vender cuatro clases de paquetes con mezclas de los tres tipos de tornillos (1, 2 y 3), siendo los de mayor aceptación por el público. Los datos de la investigación realizada indicaron las especificaciones y los precios de venta siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Mezcla de Tornillos* | *Especificaciones* | | *Precio de venta* |
|  |  |  | *($/kg)* |
| A | No menos del 40% | Tipo 1 | 60 |
|  | No más del 20% | Tipo 2 |  |
|  | Cualquier cantidad | Tipo 3 |  |
|  |  |  |  |
| B | No menos del 20% | Tipo 1 | 25 |
|  | No más del 40% | Tipo 2 |  |
|  | Cualquier cantidad | Tipo 3 |  |
|  |  |  |  |
| C | No menos del 50% | Tipo 1 | 35 |
|  | No más del 10% | Tipo 2 |  |
|  | Cualquier cantidad | Tipo 3 |  |
|  |  |  |  |
| D | Sin restricciones |  | 20 |

Para estos tornillos la capacidad de la instalación y los costos de fabricación se indican a continuación.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Tipo de* | *Capacidad Máxima de* | *Costo fabricación* |
| *Tornillo* | *Producción (Kg)* | *($/Kg)* |
| 1 | 100 | 50 |
| 2 | 100 | 30 |
| 3 | 60 | 18 |

Cual sería la producción que debe programar este fabricante para obtener la ganancia máxima, suponiendo que puede vender todo lo que fabrique?

1. Una empresa estima que la demanda de un determinado producto en los primeros cinco meses del año será como la que se muestra en la tabla.

El costo unitario de producción es de $3. El costo unitario de almacenaje en un período es $2. La capacidad de producción durante los cinco períodos es de:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Mes* | *Demanda* | *Capacidad de Producción* |
| Enero | 16 | 36 |
| Febrero | 16 | 12 |
| Marzo | 12 | 4 |
| Abril | 10 | 12 |
| Mayo | 12 | 4 |
| Total | 66 | 68 |

Establecer la programación óptima para el período de cinco meses y calcular el costo total.

1. Una compañía extrae tres tipos de mineral en tres pozos distintos. Para esto cuenta con tres equipos de las siguientes características:

Capacidad de trabajo (rendimiento) en Ton/día

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Equipo | Pozos | | | Días de mantenimiento por mes (30 días) |
|  | P1 | P2 | P3 |  |
| E1 | 90 | 70 | 78 | 5 |
| E2 | 65 | 80 | 65 | 2 |
| E3 | 50 | 70 | 85 | 2 |

Por compromisos adquiridos anteriormente, debe arrendarse otro equipo de las siguientes características que está disponible los 30 días del mes, pero no se arrienda por menos de 10 días/mes.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Equipo | Pozos | | | Días de mantenimiento por mes (30 días) |
|  | P1 | P2 | P3 |  |
| E4 | 90 | 72 | 58 | 1 |

La empresa que recibe le material admite las capacidades siguientes:

Mineral Pozo P1 2500 Ton/mes

Mineral Pozo P2 2300 Ton/mes

Mineral Pozo P3 2250 Ton/mes

Los costos de operación que tiene cada equipo están en el cuadro siguiente ($/día):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Equipo | Pozos | | |
|  | P1 | P2 | P3 |
| E1 | 12 | 25 | 22 |
| E2 | 4 | 17 | 20 |
| E3 | 9 | 20 | 21 |
| E4 | 15 | 30 | 25 |

Los gastos de salario y jornales de la mano de obra asociada a cada equipo son:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Equipo | E1 | E2 | E3 | E4 |
| ($/día) | 20 | 35 | 30 | 40 |

Suponiendo que los pozos deben explotarse los 30 días del mes, plantee el problema de programación lineal, de manera que el programa de explotación produzca máximas utilidades.

1. En una industria pequeña de fabricación de cocinas de gas se debe programar la producción por un período de seis meses. Teniendo en cuenta que la producción es eminentemente manual, no existe gran ventaja en producir en grandes cantidades, sino más bien evitar gastos excesivos de almacenaje. Por consiguiente, se ha visto la conveniencia de acompasar, en lo posible, la producción a las necesidades mensuales de la demanda.

Se empieza en el período con un stock de 60 unidades y se desea que al final del período quede una existencia de por lo menos 50 unidades como stock de seguridad.

Las ventas realizadas en promedio en los cinco últimos años es - mes a mes - la señalada en la tabla. Después de estudiar las tendencias presentadas, se tiene la seguridad de que las ventas van a experimentar un 8% de incremento.

El costo unitario de producción es de $1,000 (mil pesos) y los costos de almacenamiento por unidad y mes (teniendo en cuenta la obsolescencia, alquileres de bodega, etc.) de $100 (cien pesos).

La capacidad de producción para cada mes se señala a continuación:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Mes* | *Demanda* | *Capacidad de producción* |
| Enero | 166.67 | 151 |
| Febrero | 74.08 | 195 |
| Marzo | 222.23 | 210 |
| Abril | 268.52 | 255 |
| Mayo | 250.00 | 190 |
| Junio | 120.38 | 220 |

Con los datos anteriores, establecer la programación óptima para el período de seis meses y calcular el costo total.

1. Un barco tiene 3 bodegas: en la proa, en la popa y en el centro. La capacidad de cada bodega aparece en la siguiente tabla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| BODEGA | Capacidad en Peso | Capacidad en Volumen |
| Proa | 2000 Ton | 100000 m³ |
| Centro | 3000 Ton | 135000 m³ |
| Popa | 1500 Ton | 30000 m³ |

Se han ofrecido para transportar los siguientes cargamentos. Los diseños del barco permiten cargar el total o una porción cualquiera de cada artículo:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Artículo | Cantidad (Ton) | Volumen por Tonelada | Ganancia por Tonelada ($/Ton) |
| A | 6000 | 60 | 6 |
| B | 4000 | 50 | 8 |
| C | 2000 | 25 | 5 |

Para preservar el equilibrio del barco, el peso en cada bodega debe ser proporcional a la capacidad en toneladas. ¿Cómo debe ser distribuida la carga para obtener máximas ganancias?

1. La compañía Tejas Ltda., es un contratista grande que realiza trabajos de techos. Puesto que el precio de las tejas varía con las estaciones del año, la compañía trata de acumular existencias cuando los precios están bajos y almacenarlas para su uso posterior. La compañía cobra el precio corriente en el mercado por las tejas que instala, sin importar cuando las haya adquirido. La tabla que aparece al final refleja lo que la compañía ha proyectado como costo, precio y demanda para las tejas durante las próximas cuatro temporadas. Cuando las tejas se compran en una temporada y se almacenan para su uso posterior, se incurre en un costo de manejo de $6 por millar de piezas, así como también en un costo de almacenamiento de $12 por millar de piezas por cada temporada en la que se almacena. Lo máximo que se puede guardar en el almacén son 220.000 piezas, esto incluye el material que se compra para utilizarlo en el mismo período. La compañía ha fijado como política no conservar materiales más de cuatro temporadas. Plantee un modelo para el problema que permita a Tejas Ltda. Maximizar sus utilidades para un período de cuatro temporadas.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Temporada | Precio compra ($/pieza) | Precio en el mercado ($/pieza) | Venta (demanda) (millones de piezas) |
| Temporada 1 | 21 | 22.00 | 100 |
| Temporada 2 | 22 | 23.25 | 140 |
| Temporada 3 | 26 | 28.50 | 200 |
| Temporada 4 | 24 | 25.50 | 160 |

1. Un fabricante tiene cuatro órdenes de producción: A, B, C y D. La tabla que se incluye indica el número de horas-hombre que se requieren para fabricar estas órdenes en cada uno de los tres talleres (X, Y, Z) de la industria.

Es posible dividir una orden entre varios talleres, por ejemplo, parte de la orden A puede ser procesada en X, parte en Y, y parte en Z. Así mismo, cualquier taller puede ejecutar fracciones de varias órdenes.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Taller* | *Horas-Hombre necesarias* | | | | *Costo por* | *Horas-Hombre* |
|  | *A* | *B* | *C* | *D* | *Hora-Hombre* | *Disponibles* |
| X | 71 | 298 | 133 | 144 | 89 | 320 |
| Y | 39 | 147 | 61 | 126 | 81 | 160 |
| Z | 46 | 155 | 57 | 121 | 84 | 160 |

Si el fabricante desea minimizar los costos de producción, establezca el planteamiento del problema.

1. Una compañía de artículos electrónicos produce tres líneas de productos para venderlos al gobierno: transistores, micromódulos y circuitos armados. Cuenta con cuatro áreas de proceso: producción de transistores, ensamblaje de circuitos, control de transistores y módulos, y prueba de circuitos y embalaje.

La producción de un transistor requiere:

0.1 horas de trabajo en producción de transistores.

0.5 horas de trabajo en control de transistores.

$0.7 en costo directo.

La producción de un micromódulo requiere:

0.4 horas de trabajo en el área de ensamblaje del circuito.

0.5 horas en el área de control de transistores y módulo.

3 transistores

$0.5 en costo directo.

La producción de un circuito armado requiere:

0.1 horas de trabajo en el área de ensamblaje de circuitos.

0.5 horas en el área de prueba de circuitos y embalaje.

1 transistor

3 micromódulos

$0.2 en costo directo

Cualquiera de los tres (3) productos se puede vender en cantidades ilimitadas con los precios de $2.0, $8.0, $25.0, respectivamente. Si hay 200 horas de producción en cada una de las áreas en el mes próximo ¿cuál deberá ser el programa de producción a fin de obtener una ganancia máxima?

1. Ecopetrol tiene refinerías en Cartagena y en Barrancabermeja. La refinería de Cartagena puede refinar hasta dos millones de barriles de petróleo por año; la refinería de Barrancabermeja puede refinar hasta 3 millones de barriles de petróleo por año. Una vez refinado, se envía el petróleo a dos puntos de distribución: Cartagena y Santa Marta. Ecopetrol estima que cada punto de distribución puede vender hasta 5 millones de barriles de petróleo refinado al año. Debido a diferencias en los costos de envío y de refinación, la ganancia obtenida (en dólares) por millón de barriles de petróleo enviado, depende del lugar de refinación y del punto de distribución, así:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Utilidad por millón de Barriles (dólares)** | |
|  | A Cartagena | A Santa Marta |
| De Cartagena | 20000 | 15000 |
| De Barrancabermeja | 18000 | 17000 |

Ecopetrol considera aumentar la capacidad de cada refinería. Cada aumento en la capacidad anual de refinación de un millón de barriles, cuesta 120000 dólares para la refinería de Cartagena y 150000 dólares para la refinería de Barrancabermeja.

Utilice la programación lineal para determinar como Ecopetrol puede maximizar sus ganancias, menos los costos de ampliación, en un período de 10 años.