MATEMÁTICAS II

Interpretación LINGO

1. Una cadena de hipermercados ha propuesto a una empresa de productos plásticos comercializar en exclusiva tres de sus artículos (A_1, A_2 y A_3) con las siguientes condiciones:

- La empresa ha de proporcionar como mínimo 100 unidades diarias entre los tres artículos.
- El número de unidades del artículo A_3 ha de ser igual al total de unidades servidas de los artículos A_1 y A_2.

Además, hay algunas restricciones relacionadas con su producción:

- Para producir los tres nuevos artículos se necesita inyectar plástico, del que se dispone de 500 kg diarios.
- Una vez obtenidos, los artículos pasan a una sección en donde son pulidos. Se dispone de 240 horas diarias para pulir.
- Finalmente, la producción pasa por un control de calidad en el que se pueden revisar un máximo de 200 unidades diarias de cualquier artículo.

El beneficio unitario de A_1, A_2 y A_3 es de 140, 150 y 62 unidades monetarias respectivamente. El problema que se ha resuelto para maximizar el beneficio total tiene la siguiente forma:

$$\begin{array}{rll} \text{Max.} & 140x + 150y + 62z & \\ \text{s.a} & x + y + z \geq 100 & \text{Demanda mínima} \\ & x + y - z = 0 & \text{Relación de cantidades} \\ & g_1(x, y, z) \leq 500 & \text{Plástico} \\ & g_2(x, y, z) \leq 240 & \text{Pulido} \\ & x + y + z \leq 200 & \text{Control de calidad} \\ & x, y, z \geq 0, & \end{array}$$

en donde x, y, z son las cantidades diarias a servir de los productos A_1, A_2, A_3 respectivamente. (Nota: se tendría que exigir que las variables sean enteras, pero la solución óptima que nos proporciona LINGO sin esta exigencia ya es entera y por lo tanto no hace falta exigirlo. No obstante, supondremos que los productos son "divisibles" para facilitar las interpretaciones.)

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

```
                Variable           Value        Reduced Cost
                       X        0.000000            10.00000
                       Y        60.00000            0.000000
                       Z        60.00000            0.000000

                     Row    Slack or Surplus      Dual Price
              BENEFICIO         12720.00            1.000000
          DEMANDA_MINIMA        20.00000            0.000000
    RELACION_CANTIDADES         0.000000            44.00000
                PLASTICO        20.00000            0.000000
                  PULIDO        0.000000            53.00000
         CONTROL_CALIDAD        80.00000            0.000000


Ranges in which the basis is unchanged:

                              Objective Coefficient Ranges:

                             Current        Allowable        Allowable
                Variable   Coefficient       Increase         Decrease
                       X      140.0000        10.00000         INFINITY
                       Y      150.0000        INFINITY         10.00000
                       Z      62.00000        INFINITY         212.0000

                                 Righthand Side Ranges:

                             Current        Allowable        Allowable
                     Row         RHS         Increase         Decrease
          DEMANDA_MINIMA      100.0000        20.00000         INFINITY
     RELACION_CANTIDADES      0.000000        10.00000         120.0000
                PLASTICO      500.0000        INFINITY         20.00000
                  PULIDO      240.0000        10.00000         40.00000
         CONTROL_CALIDAD      200.0000        INFINITY         80.00000
```

1. ¿Cuántas unidades de cada artículo se han de servir para conseguir el máximo beneficio y cuál sería este beneficio?

2. ¿Qué cantidad de plástico se necesita para la producción óptima?

3. ¿La solución óptima satura alguna restricción? Indica cuáles en caso afirmativo e interprétalo.

4. Si se exigiese a la empresa servir una unidad de A_1, indica si el beneficio máximo aumentaría o disminuiría, y en qué cantidad.

5. ¿Cuánto tendría que aumentar el beneficio unitario de A_1 para que pudiese ser rentable servir unidades de A_1?

6. Si se dispusiese de 3 horas más en la sección de pulido, ¿cómo cambiarían los beneficios óptimos?

7. En este último caso (243 horas disponibles en la sección de pulido) di dos cosas más que puedas afirmar.

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

2. Un comedor pide a una empresa tres tipos de zumo (naranja, manzana y uva) con las siguientes condiciones:

- La empresa ha de proporcionar como mínimo 100 litros diarios entre los tres tipos de zumo, de los cuales 20 litros como mínimo han de ser de zumo de naranja.
- El coste no puede sobrepasar 250 euros.
- Además, la empresa no puede usar más de 1500 gramos de azúcar diarios.

Cada tipo de zumo tiene 370, 495 y 681 kcal por litro respectivamente, y el comedor se plantea maximizar el número de kcal total diario. El problema que se ha resuelto tiene la siguiente forma:

$$\begin{array}{rll} \text{Max.} & 370x_1 + 495x_2 + 681x_3 & \text{Cantidad Kcal} \\ \text{s.a} & x_1 + x_2 + x_3 \geq 100 & \text{Demanda mínima} \\ & x_1 \geq 20 & \text{Demanda mínima naranja} \\ & g_1(x_1, x_2, x_3) \leq 250 & \text{Presupuesto} \\ & g_2(x_1, x_2, x_3) \leq 1500 & \text{Azúcar} \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0, & \end{array}$$

en donde x_1, x_2, x_3 son las cantidades diarias en litros de zumos de naranja, manzana y uva respectivamente.

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

Variable	Value	Reduced Cost
X1	20.00000	0.000000
X2	0.000000	186.0000
X3	130.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
CANTIDAD_KCAL	95930.00	1.000000
DEMANDA_MINIMA	50.00000	0.000000
DEMANDA_MINIMA_NARANJA	0.000000	-311.0000
PRESUPUESTO	45.00000	0.000000
AZUCAR	0.000000	68.10000

Ranges in which the basis is unchanged:

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
X1	370.0000	311.0000	INFINITY
X2	495.0000	186.0000	INFINITY
X3	681.0000	INFINITY	186.0000

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
DEMANDA_MINIMA	100.0000	50.00000	INFINITY
DEMANDA_MINIMA_NARANJA	20.00000	130.0000	20.00000
PRESUPUESTO	250.0000	INFINITY	45.00000
AZUCAR	1500.000	300.0000	500.0000

1. ¿Cuántos litros diarios de cada tipo de zumo se han de servir para maximizar la cantidad de kcal y cuál sería esta cantidad?

2. ¿Cuántos euros se gastan?

3. ¿La solución óptima satura alguna restricción? Indica cuáles en caso afirmativo e interprétalo.

4. Si se exigiese a la empresa servir 2 litros diarios de zumo de manzana, indica si el número de kcal máximo aumentaría o disminuiría, y en qué cantidad.

5. ¿Cuánto debería aumentar el número de kcal por litro de zumo de manzana para que pudiese ser conveniente comprar zumo de manzana?

6. Si se pudiesen utilizar como máximo 1600 gramos de azúcar diarios en vez de 1500, ¿cómo cambiaría el número de kcal máximo?

7. En este último caso (1600 gramos de azúcar diarios como máximo) di tres cosas más que puedas afirmar.

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

3. Un país quiere renovar su flota de barcos fabricando fragatas, acorazados, destructores y portaaviones, cuyos costes en millones de u.m. son 5, 16, 24 y 80 respectivamente. A causa del número de aviones que posee el país, tiene que haber al menos 2 portaaviones. Por otro lado, en el resto de la flota tiene que haber al menos 20 barcos. Cada tipo de barco tiene cuantificada una fuerza de combate, cuyo total tiene que ser como mínimo 500 para superar al país vecino. Además, los astilleros disponen como mucho de 365 días para fabricarlos. El presupuesto de defensa no tiene límite, pero se pretende minimizar el coste. El problema que se ha resuelto tiene la siguiente forma:

$$\begin{array}{rll}
\text{Min.} & 5x_1 + 16x_2 + 24x_3 + 80x_4 & \text{Coste} \\
\text{s.a} & x_4 \geq 2 & \text{Demanda mínima portaaviones} \\
& x_1 + x_2 + x_3 \geq 20 & \text{Demanda mínima resto de flota} \\
& g_1(x_1, x_2, x_3, x_4) \geq 500 & \text{Fuerza de combate} \\
& g_2(x_1, x_2, x_3, x_4) \leq 365 & \text{Días} \\
& x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0, &
\end{array}$$

en donde x_1, x_2, x_3, x_4 son las cantidades a fabricar de fragatas, acorazados, destructores y portaaviones respectivamente. (Nota: se tendría que exigir que las variables sean enteras, pero la solución óptima que nos proporciona LINGO sin esta exigencia ya es entera y por lo tanto no hace falta exigirlo. No obstante, supondremos que los barcos son "divisibles" para facilitar las interpretaciones.)

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

Variable	Value	Reduced Cost
X1	10.00000	0.000000
X2	10.00000	0.000000
X3	0.000000	4.000000
X4	2.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
COSTE	370.0000	-1.000000
DEMANDA_MINIMA_PORTAAVIONES	0.000000	-57.08333
DEMANDA_MINIMA_RESTO_FLOTA	0.000000	-1.333333
FUERZA_DE_COMBATE	0.000000	-0.4583333
DIAS	165.0000	0.000000

Ranges in which the basis is unchanged:

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
X1	5.000000	11.00000	1.000000
X2	16.00000	3.250000	11.00000
X3	24.00000	INFINITY	4.000000
X4	80.00000	INFINITY	57.08333

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
DEMANDA_MINIMA_PORTAAVIONES	2.000000	4.800000	2.000000
DEMANDA_MINIMA_RESTO_FLOTA	20.00000	30.00000	7.500000
FUERZA_DE_COMBATE	500.0000	240.0000	240.0000
DIAS	365.0000	INFINITY	165.0000

1. ¿Cuántas unidades de cada tipo de barco se tienen que fabricar y cuál sería el coste total?

2. ¿Cuánto tardan los astilleros en fabricar la flota?

3. ¿Qué fuerza de combate tiene la flota?

4. Si se exigiese fabricar un destructor, indica cómo variaría el coste.

5. ¿Cuál debería ser como máximo el coste de fabricación de un destructor para que pudiese ser rentable fabricarlo?

6. Si se exigiese una fuerza de combate mínima de 600,¿cómo cambiaría el coste mínimo?

7. En este último caso (fuerza de combate mínima de 600), indica cuántos barcos en total formarían la flota.

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

4. La empresa Trucks S.A. completa la fabricación de la furgoneta Argos 2010 en tres fábricas auxiliares de la compañía. Este proceso supone la modificación de un modelo estándar de la Argos en las secciones de "Chapa" y "Acabado", siendo los requisitos por unidad en cada sección y fábrica y los tiempos disponibles totales (en horas) para estas dos secciones los siguientes:

	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Recursos
Chapa	1.5	2	1	4000
Acabado	1	1.5	3	2700

Sabiendo que para rentabilizar su inversión la empresa tiene que fabricar al menos 1800 furgonetas, que la cantidad de horas trabajadas en la fábrica 1 tiene que ser igual a la suma de las horas trabajadas en las otras dos fábricas y que los costes unitarios de fabricación de la Argos en las fábricas 1, 2 y 3 son de 1800, 1500 y 2000 euros respectivamente, la empresa quiere determinar cuántas Argos tiene que fabricar en cada fábrica para minimizar el coste. El problema que se ha resuelto tiene la siguiente forma:

$$\begin{array}{rll} \text{Min.} & 1{,}8x + 1{,}5y + 2z & \text{Coste} \\ \text{s.a} & 1{,}5x + 2y + z \leq 4000 & \text{Chapa} \\ & x + 1{,}5y + 3z \leq 2700 & \text{Acabado} \\ & x + y + z \geq 1800 & \text{Fabricación mínima} \\ & 2{,}5x - 3{,}5y - 4z = 0 & \text{Horas trabajadas} \\ & x, y, z \geq 0, & \end{array}$$

en donde x, y, z son el número de furgonetas producidas en las fábricas 1, 2 y 3 respectivamente. (Nota: se tendría que exigir que las variables sean enteras, pero la solución óptima que nos proporciona LINGO sin esta exigencia ya es entera y por lo tanto no hace falta exigirlo. No obstante, supondremos que las furgonetas son "divisibles" para facilitar las interpretaciones.)

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

```
               Variable           Value        Reduced Cost
                      X        1050.000            0.000000
                      Y        750.0000            0.000000
                      Z        0.000000           0.5250000

                    Row   Slack or Surplus      Dual Price
                  COSTE        3015.000           -1.000000
                  CHAPA        925.0000            0.000000
                ACABADO        525.0000            0.000000
     FABRICACION_MINIMA        0.000000           -1.675000
       HORAS_TRABAJADAS        0.000000       -0.5000000E-01

Ranges in which the basis is unchanged:

                           Objective Coefficient Ranges:

                              Current        Allowable        Allowable
               Variable   Coefficient         Increase         Decrease
                      X      1.800000         INFINITY         2.871429
                      Y      1.500000        0.4846154         4.020000
                      Z      2.000000         INFINITY        0.5250000

                               Righthand Side Ranges:

                              Current        Allowable        Allowable
                    Row           RHS         Increase         Decrease
                  CHAPA      4000.000         INFINITY         925.0000
                ACABADO      2700.000         INFINITY         525.0000
     FABRICACION_MINIMA      1800.000         434.4828         1800.000
       HORAS_TRABAJADAS      0.000000         4500.000         6300.000
```

1. Escribe la solución óptima del problema y el valor de la función objetivo. Explica en términos del problema cuál es la planificación de producción óptima.

2. Indica cuántas variables de holgura tiene el problema y escribe sus valores. Interpreta su significado en términos del enunciado del problema.

3. Si se quisieran producir 100 unidades en la fábrica 3, ¿Cuál sería el efecto sobre el coste mínimo?

4. Si el número mínimo de furgonetas a fabricar aumentase a 1900 unidades, ¿qué pasaría con la planificación óptima?

5. ¿Qué efecto tendría sobre el coste mínimo que en la fábrica 1 se trabajasen 100 horas más que en la suma las otras dos fábricas?

6. Si el coste unitario en la fábrica 2 aumentase a 1800 euros, ¿qué pasaría con la planificación óptima? ¿Y con el coste mínimo?

7. Si se dispusiesen solamente de 2500 horas en la sección de Acabado, ¿cuántas furgonetas se fabricarían en total?

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

5. La empresa Trucks S.A. fabrica tres variantes de su exitosa furgoneta Fargo: la Fargo Clásica con dos puertas posteriores, la Fargo Comercial sin ventanas laterales traseras y la Fargo Extra con puerta lateral. Los tres modelos se fabrican modificando un chasis estándar en las secciones de "Chapa" y "Acabado", siendo los requisitos por unidad en cada sección y tiempos disponibles (en horas) los siguientes:

	Clásica	Comercial	Extra	Recursos
Chapa	1.5	2	1	2700
Acabado	1	1.5	3	2500

La fabricación de los tres modelos es rentable solamente si se fabrican como mínimo 1500 unidades y los beneficios por unidad son de 2500, 2800 y 2000 euros para los modelos Clásico, Comercial y Extra respectivamente. La empresa quiere determinar cuántas Fargo de cada modelo tiene que fabricar cada mes para maximizar el beneficio. El problema que se ha resuelto tiene la siguiente forma:

$$\begin{array}{rll} \text{Max.} & 2{,}5x + 2{,}8y + 2z & \text{Beneficio} \\ \text{s.a} & 1{,}5x + 2y + z \leq 2700 & \text{Chapa} \\ & x + 1{,}5y + 3z \leq 2500 & \text{Acabado} \\ & x + y + z \geq 1500 & \text{Fabricación mínima} \\ & x, y, z \geq 0, & \end{array}$$

en donde x, y, z son el número de furgonetas producidas de los modelos Clásico, Comercial y Extra respectivamente. (Nota: se tendría que exigir que las variables sean enteras, pero la solución óptima que nos proporciona LINGO sin esta exigencia ya es entera y por lo tanto no hace falta exigirlo. No obstante, supondremos que las furgonetas son "divisibles" para facilitar las interpretaciones.)

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

```
               Variable           Value        Reduced Cost
                      X        1600.000            0.000000
                      Y        0.000000           0.5571429
                      Z        300.0000            0.000000

                    Row    Slack or Surplus      Dual Price
              BENEFICIO        4600.000            1.000000
                  CHAPA        0.000000            1.571429
                ACABADO        0.000000           0.1428571
     FABRICACION_MINIMA        400.0000            0.000000

Ranges in which the basis is unchanged:

                           Objective Coefficient Ranges:

                              Current        Allowable        Allowable
               Variable    Coefficient        Increase         Decrease
                      X       2.500000       0.5000000        0.4333333
                      Y       2.800000       0.5571429         INFINITY
                      Z       2.000000        5.500000        0.3333333

                               Righthand Side Ranges:

                              Current        Allowable        Allowable
                    Row           RHS         Increase         Decrease
                  CHAPA       2700.000        1050.000         700.0000
                ACABADO       2500.000        5600.000         700.0000
     FABRICACION_MINIMA       1500.000        400.0000         INFINITY
```

1. Escribe la solución óptima del problema y el valor de la función objetivo. Explica en términos del problema cuál es la planificación de producción óptima.

2. Indica cuántas variables de holgura tiene el problema y escribe sus valores. Interpreta su significado en términos del enunciado del problema.

3. Si se quisieran producir 50 unidades de la Fargo Comercial, ¿cuál sería el efecto sobre el beneficio máximo?

4. Si el tiempo disponible en la sección de Chapa aumentase a 3000 horas, ¿qué pasaría con la planificación óptima?

5. Si el beneficio unitario de la Fargo Extra disminuyese a 1800 euros, ¿qué pasaría con la planificación óptima? ¿Y con el beneficio máximo?

6. Si el tiempo disponible en la sección de Acabado se redujese 100 horas, ¿qué efecto tendría sobre el beneficio máximo?

7. En este último supuesto, ¿seguiría no siendo rentable producir unidades de la Fargo Comercial?

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

6. Un empresario está estudiando la posibilidad de aportar capital a cuatro plantas de producción con objeto de hacerlas más eficientes. Actualmente, la producción mensual de las cuatro plantas se realiza en 100000 minutos, y se estima que cada unidad monetaria invertida en cada planta puede reducir el tiempo en 3, 7, 4, y 5 minutos respectivamente. El problema siguiente determina qué cantidad de capital conviene invertir en cada planta para minimizar el tiempo total de producción sujeto a unas restricciones presupuestarias, exigiendo además que la utilidad de la inversión no sea inferior a 5000 unidades y una condición técnica debido a que la producción de la primera planta está condicionada a la de la tercera:

$$
\begin{array}{rll}
\text{Min.} & 100000 - 3x - 7y - 4z - 5w & \text{Tiempo de producción total} \\
\text{s.a} & 4x + 5y + 2z + 3w \geq 5000 & \text{Utilidad} \\
& x + y \leq 600 & \text{Presupuesto plantas 1 y 2} \\
& z + w \leq 800 & \text{Presupuesto plantas 3 y 4} \\
& x - 2z \geq 1 & \text{Restricción técnica} \\
& x, y, z, w \geq 0, &
\end{array}
$$

en donde x, y, z, w son las unidades monetarias invertidas en las plantas $1, 2, 3, 4$ respectivamente.

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

```
                Variable           Value        Reduced Cost
                       X        1.000000            0.000000
                       Y        599.0000            0.000000
                       Z        0.000000            9.000000
                       W        800.0000            0.000000

                     Row    Slack or Surplus      Dual Price
                  TIEMPO        91804.00           -1.000000
                UTILIDAD        399.0000            0.000000
    PRESUPUESTO_PLANTAS_1_2     0.000000            7.000000
    PRESUPUESTO_PLANTAS_3_4     0.000000            5.000000
      RESTRICCION_TECNICA       0.000000           -4.000000


Ranges in which the basis is unchanged:

                                   Objective Coefficient Ranges:

                                 Current        Allowable        Allowable
                Variable       Coefficient       Increase         Decrease
                       X        -3.000000        INFINITY         4.000000
                       Y        -7.000000        4.000000         INFINITY
                       Z        -4.000000        INFINITY         9.000000
                       W        -5.000000        5.000000         INFINITY

                                      Righthand Side Ranges:

                                 Current        Allowable        Allowable
                     Row           RHS           Increase         Decrease
                UTILIDAD        5000.000        399.0000         INFINITY
    PRESUPUESTO_PLANTAS_1_2     600.0000        INFINITY         79.80000
    PRESUPUESTO_PLANTAS_3_4     800.0000        INFINITY         133.0000
      RESTRICCION_TECNICA       1.000000        399.0000         1.000000
```

1. ¿Cuánto tiene que invertir el empresario en cada planta y cuál sería el tiempo de producción total?

2. ¿Cuál es la utilidad que consigue el empresario con su inversión?

3. Interpreta los costes reducidos de las variables z y w.

4. Si el empresario pudiera disponer de más capital, ¿le convendría aumentar el presupuesto de las dos primeras plantas o el de las dos últimas?

5. ¿Cuál tendría que ser el presupuesto de las plantas 1 y 2 para que pudiese ser rentable invertir algo en la planta 3?

6. Si cada unidad de capital invertida en la planta 1 redujese el tiempo de producción en 6 minutos en vez de 3 minutos, ¿convendría invertir más en dicha planta?

7. Si el empresario dispusiera de 100 u.m. adicionales para las plantas 3 y 4, ¿en cuál de las plantas convendría invertirlas concretamente? ¿Cuál sería el nuevo tiempo de producción total?

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

7. Un inversor se plantea participar en cuatro posibles fondos de inversión, aportando a cada uno de ellos un capital x, y, z, w respectivamente. El problema siguiente determina el capital que conviene invertir en cada fondo para maximizar la rentabilidad esperada, teniendo en cuenta que el máximo capital disponible para invertir es de 100 u.m. y que la inversión debe superar un índice mínimo referente a la responsabilidad social (invertir en empresas ecológicas, que satisfagan criterios éticos, etc.). Además se imponen dos condiciones de diversificación

$$\begin{array}{rll} \text{Max.} & 0{,}1x + 0{,}2y + 0{,}15z + 0{,}21w & \text{Rentabilidad} \\ \text{s.a} & x + y + z + w \leq 100 & \text{Presupuesto} \\ & 0{,}7x + 0{,}3y + 0{,}15z + 0{,}01w \geq 50 & \text{Responsabilidad social} \\ & x + y \leq 70 & \text{Diversificación 1} \\ & z + w \geq 20 & \text{Diversificación 2} \\ & x, y, z, w \geq 0, & \end{array}$$

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

```
                Variable           Value        Reduced Cost
                       X        70.00000            0.000000
                       Y        0.000000         0.7142857E-01
                       Z        5.000000            0.000000
                       W        25.00000            0.000000

                     Row    Slack or Surplus      Dual Price
            RENTABILIDAD        13.00000            1.000000
             PRESUPUESTO        0.000000           0.2142857
  RESPONSABILIDAD_SOCIAL        0.000000          -0.4285714
       DIVERSIFICACION_1        0.000000           0.1857143
       DIVERSIFICACION_2        10.00000            0.000000


 Ranges in which the basis is unchanged:

                           Objective Coefficient Ranges:

                           Current        Allowable        Allowable
         Variable      Coefficient         Increase         Decrease
                X        0.1000000         INFINITY     0.7142857E-01
                Y        0.2000000     0.7142857E-01        INFINITY
                Z        0.1500000     0.2500000E-01        INFINITY
                W        0.2100000         INFINITY     0.2500000E-01

                              Righthand Side Ranges:

                           Current        Allowable        Allowable
              Row              RHS         Increase         Decrease
      PRESUPUESTO         100.0000         70.00000         10.00000
RESPONSABILIDAD_SOCIAL    50.00000         3.500000        0.7000000
DIVERSIFICACION_1         70.00000         1.014493         6.363636
DIVERSIFICACION_2         20.00000         10.00000         INFINITY
```

1. ¿Cuánto tiene que aportar el inversor a cada fondo de inversión y cuál sería la rentabilidad esperada?

2. Interpreta la variable de holgura de la última restricción.

3. Si se decidiese aumentar de 70 u.m. a 72 u.m. el tope de capital invertido en los dos primeros fondos, ¿cuál sería la rentabilidad esperada?

4. ¿Qué rentabilidad podría conseguir el inversor si se conformara con un índice mínimo de 49.5 unidades en la responsabilidad social?

5. Si el inversor quisiera diversificar aún más su inversión y se plantease invertir al menos 0.1 u.m. en el segundo fondo, ¿cómo afectaría esto a la rentabilidad esperada?

6. Si la rentabilidad esperada para el cuarto fondo resultara ser de 0,3 en vez de 0,21, ¿convendría replantearse la inversión?

7. ¿Con qué presupuesto podría ser rentable invertir algo en el segundo fondo?

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.

8. Una empresa necesita producir 500 Tn de un material de construcción en el mínimo tiempo posible. Para ello puede combinar diferentes procesos de producción, cada uno de los cuales tiene su propio tiempo de ejecución, su propio coste y su propio consumo de materias primas. El problema siguiente determina las toneladas de material que debe producir con cada proceso para que las horas necesarias sean las mínimas sin exceder el presupuesto disponible ni los 2000 kg disponibles de materia prima.

$$\begin{array}{lll} \text{Min.} & 0{,}5x + 0{,}3y + 0{,}2z & \text{Horas} \\ \text{s.a} & x + y + z \geq 500 & \text{Producción total} \geq \text{Producción requerida} \\ & 3x + 5y + 7z \leq 2200 & \text{Coste} \leq \text{Presupuesto} \\ & 10x + y + 15z \leq 2000 & \text{Kg de input} \leq \text{Kg disponibles de materia prima} \\ & x, y, z \geq 0, & \end{array}$$

Al resolver este problema lineal con LINGO se obtiene la siguiente información:

Variable	Value	Reduced Cost
X	150.0000	0.000000
Y	350.0000	0.000000
Z	0.000000	0.1000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
HORAS	180.0000	-1.000000
PRODUCCION_REQUERIDA	0.000000	-0.8000000
PRESUPUESTO	0.000000	0.1000000
MATERIA_PRIMA	150.0000	0.000000

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
X	0.5000000	INFINITY	0.1000000
Y	0.3000000	0.5000000E-01	INFINITY
Z	0.2000000	INFINITY	0.1000000

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
PRODUCCION_REQUERIDA	500.0000	6.382979	60.00000
PRESUPUESTO	2200.000	300.0000	33.33333
MATERIA_PRIMA	2000.000	INFINITY	150.0000

1. Indica las cantidades a producir con cada proceso y las horas necesarias para la producción.

2. Interpreta el valor de la holgura de la restricción correspondiente a la materia prima.

3. Interpreta los costes reducidos de las variables y, z.

4. ¿Qué presupuesto adicional necesitaría la empresa para reducir el tiempo necesario en 10 horas?

5. ¿Cómo se interpreta que el precio dual de la primera restricción sea negativo?

6. Escribe el intervalo de sensibilidad del presupuesto e interprétalo en términos concretos referidos al problema específico.

7. En caso de que la producción requerida fuese de 450 Tn, ¿disminuiría el coste de producción?

Todas las respuestas han de ser razonadas y se ha de indicar dónde figura la información extraída.