1. **A.** Sale x_4 y entra x_1 obteniendose la tabla

x_1	1	0	-1/4	-1/2	1/4	0	2
x_2	0	1	1/2	0	-1/2	0	6
x_6	0	0	3/4	1/2	1/4	1	12
	0	0	13/4	1/2	3/4	0	

que ya contiene una solución óptima del problema.

B. Como para resolver el problema hemos cambiado la dirección de las dos primeras restricciones deberemos cambiar el signo de los dos primeros coeficientes, $(-2,-2,2)'$. Calculamos la columna actualizada de esta nueva variable y su costo marginal asociado:

$$B^{-1}A_j = \begin{pmatrix} -1/2 & 1/4 & 0 \\ 0 & -1/2 & 0 \\ 1/2 & 1/4 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1 \\ 1/2 \end{pmatrix}$$

$$c_j - c_B B^{-1}A_j = 2 - (1,2,0) \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1 \\ 1/2 \end{pmatrix} = -1/2$$

Por tanto merece la pena la inclusión del producto, lo añadimos a la tabla y continuamos aplicando un algoritmo simplex.

x_1	1	0	-1/4	-1/2	1/4	0	1/2	2
x_2	0	1	1/2	0	-1/2	0	1	6
x_6	0	0	3/4	1/2	1/4	1	1/2	12
	0	0	13/4	1/2	3/4	0	-1/2	

Entra la nueva variable y sale x_1.

x_7	2	0	-1/2	-1	1/2	0	1	4
x_2	-2	1	1	1	-1	0	0	2
x_6	-1	0	1	1	0	1	0	10
	1	0	3	0	1	0	0	

La tabla obtenida ya es óptima.

C. Primero comprobamos si la solución óptima del apartado A) cumple la nueva restricción $2+6 \nleq 4$. Como no la cumple obtenemos de la tabla la descripción de las variables de la restricción que son básicas en la tabla óptima.

$$x_1 = 1/4x_3 + 1/2x_4 - 1/4x_5 + 2$$
$$x_2 = -1/2x_3 + 1/2x_5 + 6$$

Las sustituimos en la restricción y obtenemos

$$-1/4x_3 + 1/2x_4 + 1/4x_5 \leq -4$$

Añadimos variable de holgura x_7 y la introducimos en la tabla:

x_1	1	0	-1/4	-1/2	1/4	0	0	2
x_2	0	1	1/2	0	-1/2	0	0	6
x_6	0	0	3/4	1/2	1/4	1	0	12
x_7	0	0	-1/4	1/2	1/4	0	1	-4
	0	0	13/4	1/2	3/4	0	0	

Seguimos aplicando un algoritmo simplex dual. Sale x_7 entra x_3. En la tabla que se obtiene solo x_2 tiene valor negativo, $x_2 = -2$, por tanto debería salir de la base, pero no hay ninguna variable que pueda entrar, como consecuencia el problema con la nueva restricción no es factible.

D. Planteamos una modificación de c_2 de la forma $\hat{c}_2 = c_2 + \lambda$. Recalculamos los costos marginales de las variables e imponemos que se sigan manteniendo no negativos. Los costos marginales de x_3 y x_5 son los únicos que se modifican quedando $13/4 - \lambda/2$ y $3/5 + \lambda/2$, respectivamente. Al imponer que se mantengan no negativos obtenemos que c_2 puede disminuir como mucho en $3/2$ y aumentar en $13/2$.

2. **A.**

$$\begin{array}{ll} \text{máx} & Z = 20y_1 + 30y_2 \\ \text{s. a:} & -y_1 + 2y_2 \leq 6 \\ & y_2 \leq 4 \\ & 4y_1 - y_2 \leq 16 \\ & y_1 + y_2 \geq 1 \\ & y_1 \geq 0, y_2 \geq 0 \end{array}$$

B. La resolución proporciona la solución $(y_1, y_2) = (5, 4)$

C. Escribimos las Condiciones de Holgura Complementaria, sustituimos la solución del apartado B y obligamos a que se cumplan. El valor de las variables de holgura del problema dual es $(v_1, v_2, v_3, v_4) = (3, 0, 0, 8)$

$$
\begin{aligned}
&x_1v_1 = 0 = x_1 3 \rightarrow x_1 = 0 \\
&x_2v_2 = 0 = x_2 0 \\
&x_3v_3 = 0 = x_3 0 \\
&x_4v_4 = 0 = x_4 8 \rightarrow x_4 = 0 \\
&y_1u_1 = 0 = 5(-x_1 + 4x_3 + x_4 - 20) \rightarrow -x_1 + 4x_3 + x_4 - 20 = 0 \\
&y_2u_2 = 0 = 4(2x_1 + x_2 - x_3 + x_4 - 30) \rightarrow 2x_1 + x_2 - x_3 + x_4 - 30 = 0
\end{aligned}
$$

Por tanto $4x_3 - 20 = 0$ o lo que es lo mismo $x_3 = 5$ y $x_2 - 5 - 30 = 0$ con lo que $x_2 = 35$. Por tanto hemos obtenido $(x_1, x_2, x_3, x_4) = (0, 35, 5, 0)$ que es una solución factible del problema primal que verifica junto con la solución factible del dual $(5, 4)$ las CHC por tanto es la solución óptima.

3. **A.** El problema PL-3 ya que respecto a PL-1 su función objetivo ha mejorado (y eso no puede ser).

B. PL-5 se puede cerrar por contener una solución no factible. PL-4 por contener una solución entera (factible para el problema entero), además nos define una cota que permite eliminar el problema PL-6 y PL-7. PL-6 debido a que la mejor solución entera obtenida a partir de el tomaría valor 115 (y PL-4 vale 114). Y PL-7 por que la mejor solución a partir de el podría alcanzar como mucho 114. Por tanto la ramificación contiene ya una solución óptima. Además, dependiendo del resultado de la ramificación de PL-7 el problema podría proporcionar solución múltiple.

4. Ver prueba de evaluación 1.