

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

SEGUNDA GUÍA DE LINDO PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA 1

Tema : resolución de modelos de programación lineal usando el método SIMPLEX en el software LINDO

1. OBJETIVOS

Al finalizar el laboratorio, el alumno podrá resolver modelos de programación lineal usando el método simplex en el software LINDO.

2. METODOLOGÍA

Los alumnos trabajarán individualmente en una computadora con la tutoría de los jefes de práctica de laboratorio.

3. GUÍA DEL LABORATORIO

Inicie el LINDO para Windows e ingrese el siguiente modelo:

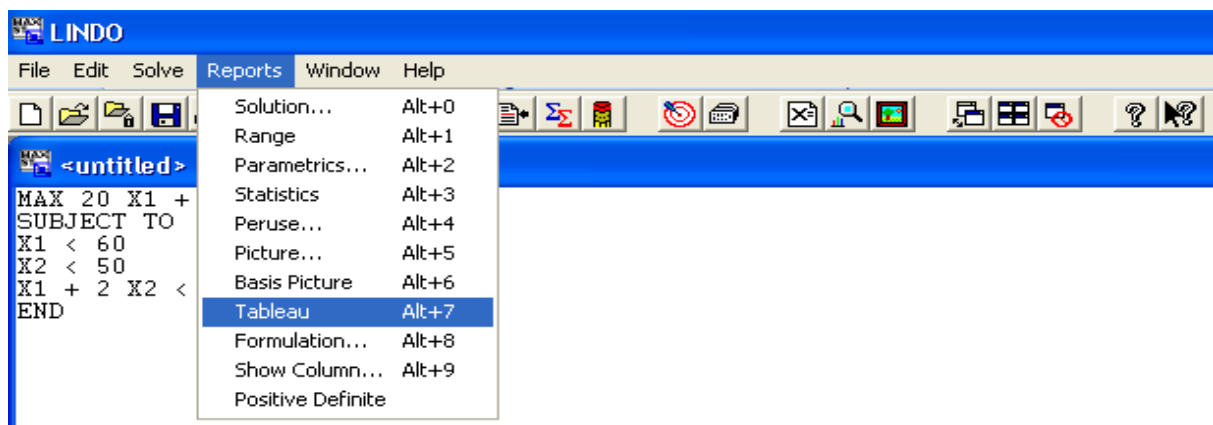
```
MAX 20 X1 + 30 X2  
SUBJECT TO  
X1 <= 60  
X2 <= 50  
X1 + 2 X2 <= 120  
END
```

¡Importante!

No se olvide de presionar el botón “Save” (ícono de disquete), usar el comando “Save” del menú “File”, o presionar F5 para salvar su trabajo, cuantas veces sea necesario.

Tabla simplex inicial

Use el comando “Tableau” del menú “Report”, o presione simultáneamente las teclas Alt 7 para generar la tabla simplex inicial del modelo, para tal fin, observe la siguiente figura.



Luego de presionar “Tableau”, LINDO mostrará una ventana similar a la siguiente, esa es la tabla simplex inicial. (La ventana está atrás, puede hacer clic en dicha ventana o presione simultáneamente Ctrl B para desplazarse entre las ventanas.

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

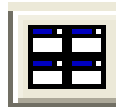
THE TABLEAU

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	SLK 3	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	2.000	0.000	0.000	1.000	120.000
ART	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000

A continuación se transcribe en el cuadro la tabla simplex inicial (primera tabla).

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20	-30	0	0	0	0
2	SLK 2	1	0	1	0	0	60
3	SLK 3	0	1	0	1	0	50
4	SLK 4	1	2	0	0	1	120
ART	ART	-20	-30	0	0	0	0

Para trabajar con mayor comodidad, presione el ícono “Tile” o simultáneamente las teclas Alt T para dividir la ventana horizontalmente o verticalmente; el ícono “Tile” está en la zona derecha de la barra de herramientas y es el siguiente.



Luego se desplegará la siguiente ventana.

LINDO - [<untitled>]

File Edit Solve Reports Window Help

MAX 20 X1 + 30 X2
SUBJECT TO
X1 < 60
X2 < 50
X1 + 2 X2 < 120
END

Tile Windows . . .

Style

☐ Vertical

☒ Horizontal

OK

Cancel

Help

En dicha ventana seleccione “Horizontal” (o si desea “Vertical”) y presione el botón OK; luego LINDO tendrá la apariencia siguiente.

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

<untitled>

```

MAX 20 X1 + 30 X2
SUBJECT TO
X1 < 60
X2 < 50
X1 + 2 X2 < 120
END

```

Reports Window

THE TABLEAU

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	SLK 3	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	2.000	0.000	0.000	1.000	120.000
ART	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Primer pivoteo

Ubíquese en la ventana en donde digitó su modelo (ventana superior) y presione la opción "Pivot..." del menú "Solve", como se indica en la figura siguiente.

LINDO

File Edit **Solve** Reports Window Help

Solve Ctrl+S
Compile Model Ctrl+E
Debug Ctrl+D
Pivot... Ctrl+N
Preemptive Goal Ctrl+G

<untitled>

```

MAX 20 X1 + 30 X2
SUBJECT TO
X1 < 60
X2 < 50
X1 + 2 X2 < 120
END

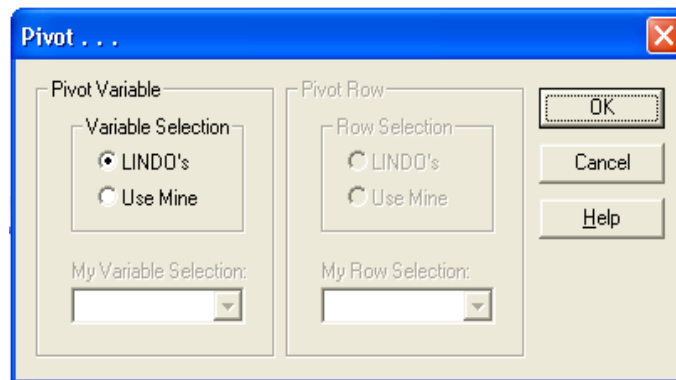
```

Reports Window

THE TABLEAU

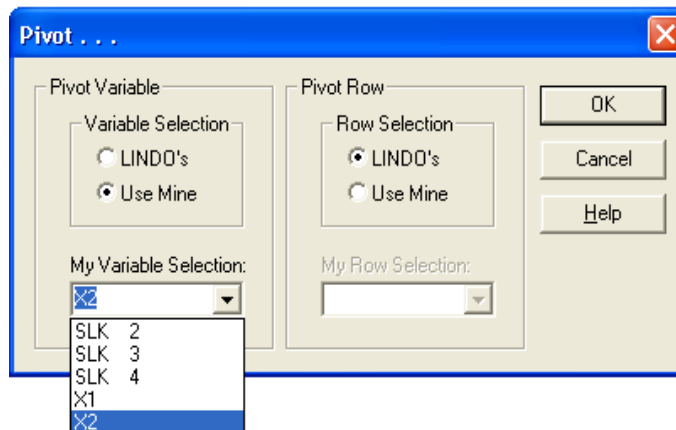
ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	SLK 3	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	2.000	0.000	0.000	1.000	120.000
ART	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Luego aparecerá la siguiente ventana:



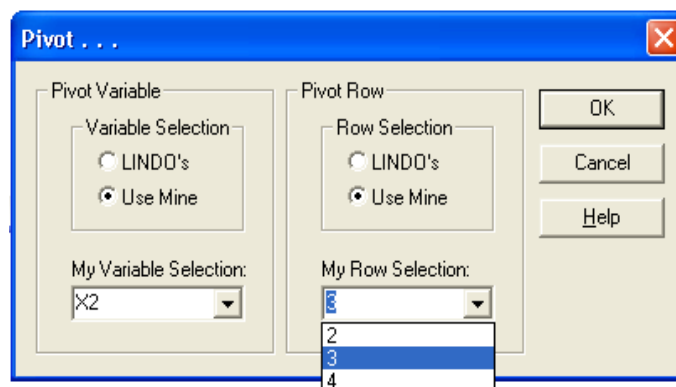
En esta ventana se puede seleccionar la variable que entra en “Pivot Variable” así como la variable que sale en “Pivot Row”. Dicha selección puede hacerse de forma manual o automática.

Para seleccionar manualmente la variable que entra, en “Pivot Variable” marque el círculo “Use Mine” e inmediatamente se activará la ventana “My Variable Selection”; presione el desplegado y se mostrarán todas las variables como se aprecia a continuación.

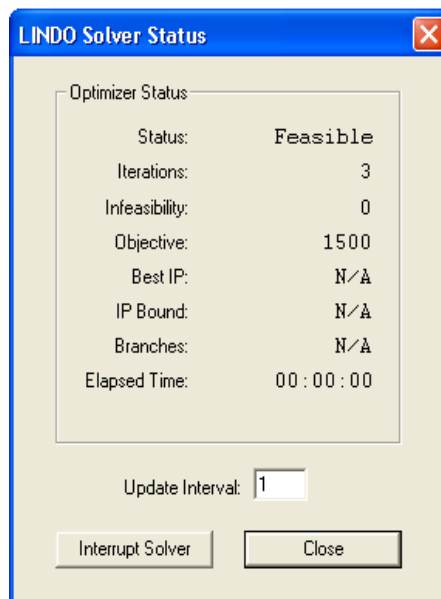


Para el modelo planteado, elija X2 como la variable que entra, conforme a la regla de entrada del método simplex y tal como se muestra en la figura anterior.

Ahora en “Pivot Row”, marque el círculo “Use Mine” e inmediatamente se activará la ventana “My Row Selection” que le servirá para definir la fila de la variable que sale; presione el desplegado y se mostrarán todas las filas como se aprecia a continuación.



Para el modelo planteado, elija la fila 3 para indicar a LINDO cuál es la variable que sale; la selección de la fila 3 está de acuerdo con la regla de salida del método simplex, que en nuestra tabla simplex inicial es la variable SLK 3 (verifique esto aplicando la regla de salida). Presione el botón “OK” y luego el botón “Close” para cerrar la ventana “LINDO Solver Status” que a continuación se muestra; finalmente cierre la ventana “Pivot...”.

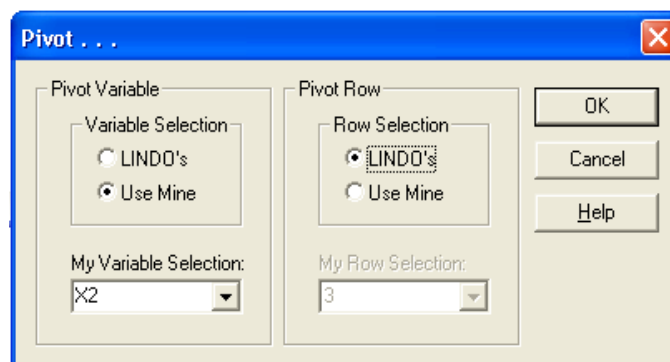


Ahora observe en la ventana “Reports Window” el siguiente mensaje:

X2 ENTERS AT VALUE 50.000 IN ROW 3 OBJ. VALUE= 1500.0

Este mensaje indica que usted ha efectuado un pivoteo entre las variables X2 y SLK 3 (en la fila 3); dicho de otra manera, ingresa la variable X2 a la base y sale la variable SLK 3 (holgura de la segunda restricción que LINDO la enumera con 3).

En vez de seleccionar manualmente la variable de salida como se indicó en el paso anterior, LINDO puede seleccionar automáticamente la variable de salida si usted presiona en “Pivot Row” la opción “LINDO’s” como se muestra en la figura siguiente. Con esta opción usted no tendrá que determinar la variable que sale aplicando la regla de salida porque LINDO efectuará dicha operación por usted.



Como en los pasos anteriores, cierre las ventanas “LINDO Solver Status” y “Pivot..” y observará el mismo mensaje en la ventana “Reports Window”:

X2 ENTERS AT VALUE 50.000 IN ROW 3 OBJ. VALUE= 1500.0

Ubíquese en la ventana en donde digitó su modelo (ventana superior) y use el comando “Tableau” del menú “Reports” para generar la tabla simplex, luego usted podrá apreciar en la ventana la segunda tabla simplex como se muestra a continuación.

The screenshot shows the LINDO software interface. The top window displays the linear programming model:

```

MAX 20 X1 + 30 X2
SUBJECT TO
X1 < 60
X2 < 50
X1 + 2 X2 < 120
END

```

The bottom window, titled "Reports Window", shows the initial simplex tableau:

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	SLK 3	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	2.000	0.000	0.000	1.000	120.000

Below the tableau, it states: X2 ENTERS AT VALUE 50.000 IN ROW 3 OBJ. VALUE= 1500.0

The second tableau is also shown:

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	0.000	0.000	30.000	0.000	1500.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	X2	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	0.000	0.000	-2.000	1.000	20.000

A continuación se transcribe en el cuadro la nueva tabla simplex.

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20	0	0	30	0	1500
2	SLK 2	1	0	1	0	0.8	60
3	X2	0	1	0	1	0	50
4	SLK 4	1	0	0	-2	1	20

Segundo pivoteo

Efectúe el pivoteo entre las variables X1 y SLK 4 (en la fila 4), luego del pivoteo usted podrá leer en la ventana “Reports Window” el siguiente mensaje.

X1 ENTERS AT VALUE 20.000 IN ROW 4 OBJ. VALUE= 1900.0

Este mensaje indica que usted ha efectuado un pivoteo entre las variables X1 y SLK 4 (en la fila 4); dicho de otra manera, ingresa la variable X1 a la base y sale la variable SLK 4 (holgura de la tercera restricción, que LINDO la enumera con 4).

Presione "Tableau" para generar la segunda tabla simplex, el resultado se ilustra en la figura siguiente:

The screenshot shows the LINDO software interface. The main window displays the following problem:

```

MAX 20 X1 + 30 X2
SUBJECT TO
X1 < 60
X2 < 50
X1 + 2 X2 < 120
END

```

The Reports Window shows the following iterations:

THE TABLEAU

ROW (BASIS)		X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	SLK 3	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	2.000	0.000	0.000	1.000	120.000
ART	ART	-20.000	-30.000	0.000	0.000	0.000	0.000

X2 ENTERS AT VALUE 50.000 IN ROW 3 OBJ. VALUE= 1500.0

THE TABLEAU

ROW (BASIS)		X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	-20.000	0.000	0.000	30.000	0.000	1500.000
2	SLK 2	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000
3	X2	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	SLK 4	1.000	0.000	0.000	-2.000	1.000	20.000

X1 ENTERS AT VALUE 20.000 IN ROW 4 OBJ. VALUE= 1900.0

THE TABLEAU

ROW (BASIS)		X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	0.000	0.000	0.000	-10.000	20.000	1900.000
2	SLK 2	0.000	0.000	1.000	2.000	-1.000	40.000
3	X2	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	50.000
4	X1	1.000	0.000	0.000	-2.000	1.000	20.000

A continuación se transcribe en el cuadro la nueva tabla simplex.

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	0	0	0	-10	20	1900
2	SLK 2	0	0	1	2	-1	40
3	X2	0	1	0	1	0	50
4	X1	1	0	0	-2	1	20

Tercer pivoteo

Efectúe el pivoteo entre las variables SLK 3 y SLK 2 (en la fila 2), luego del pivoteo usted podrá leer en la ventana "Reports Window" el siguiente mensaje:

SLK 3 ENTERS AT VALUE 20.000 IN ROW 2 OBJ. VALUE= 2100.0

Este mensaje indica que usted ha efectuado un pivoteo entre las variables SLK3 y SLK 2 (en la fila 2); dicho de otra manera, ingresa la variable SLK 3 a la base y sale la variable SLK 2 (holgura de la primera restricción, que LINDO la enumera con 2).

Presione "Tableau" para generar la tercera tabla simplex, el resultado se ilustra en la figura siguiente.

The screenshot shows the LINDO software interface. The main window displays the following problem:

```

MAX 20 X1 + 30 X2
SUBJECT TO
X1 < 60
X2 < 50
X1 + 2 X2 < 120
END

```

The Reports Window shows the following output:

```

SLK 3 ENTERS AT VALUE 20.000 IN ROW 2 OBJ. VALUE= 2100.0

THE TABLEAU

```

ROW (BASIS)		X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	0.000	0.000	5.000	0.000	15.000	2100.000
2	SLK 3	0.000	0.000	0.500	1.000	-0.500	20.000
3	X2	0.000	1.000	-0.500	0.000	0.500	30.000
4	X1	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	60.000

A continuación se transcribe en el cuadro la nueva tabla simplex.

ROW	(BASIS)	X1	X2	SLK 2	SLK 3	SLK 4	
1	ART	0	0	5	0	15	2100
2	SLK 3	0	0	0.5	1	-0.5	20
3	X2	0	1	-0.5	0	0.5	30
4	X1	1	0	1	0	0	60

Esta es la tabla simplex final (¿por qué?). La solución óptima es $X1 = 60$ y $X2 = 30$; y el valor óptimo de la función objetivo es $Z = 2100$.

4. ACTIVIDAD

Aplique la herramienta aprendida en esta guía para resolver el siguiente modelo de programación lineal. Con el fin de que revise los conceptos del método simplex determine cuál es la variable que entra y cuál es la variable que sale y luego use la opción "Use Mine" para indicar al LINDO dichas variables en cada pivoteo.

MAX $5 X_1 + 10 X_2 + 3X_3$
SUBJECT TO
 $X_1 + 2X_2 + X_3 \leq 30$
 $2 X_1 + X_2 \leq 40$
 $3 X_1 + 3 X_2 - X_3 \leq 50$
END