

# Manual de LINDO

## Un escueto prontuario

Miguel Mata Pérez  
[miguel.matapr@uanl.edu.mx](mailto:miguel.matapr@uanl.edu.mx)

Versión 0.3, 7 de agosto de 2015

LINDO es un intuitivo programa para resolver problemas de optimización matemática, en particular de programación lineal (continuos, enteros y binarios). El nombre de LINDO es un acrónimo de *Linear, INteractive, and Discrete Optimizer*. El presente pretende ser un escueto manual de LINDO, por lo cual aborda lo más general de este programa sin detenerse en detalles.

El programa LINDO puede conseguirse desde su página oficial, <http://www.lindo.com/> donde se puede descargar una versión de prueba limitada a 300 variables continuas, 30 variables discretas (enteras o binarias) y 150 restricciones. Ideal para estudiantes.

Iniciemos con nuestro manual. Supongamos que tenemos el siguiente problema de programación lineal:

$$\begin{array}{ll} \text{máx} & z = 3x_1 + x_2 \\ \text{s.a:} & x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ & x_1 - x_2 \leq 4 \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{array}$$

En LINDO podemos escribirlo con el siguiente código:

```
MAX 3X1 + X2
S.T.
X1 + 3X2 < 6
X1 - X2 < 4
```

Con base en este primer ejemplo, podemos mencionar las siguientes características.

1. **Insensibilidad a mayúsculas:** LINDO es insensible a mayúsculas y minúsculas, por lo cual escribir la función objetivo de la forma **MAX 3X1 + X2** es completamente equivalente a **Max 3X1 + X2** o a **max 3x1 +**

\*El presente material es libre y puede ser usado, distribuido y comunicado bajo las únicas condiciones de **atribución** (dar crédito y citar apropiadamente) y **no comercialización** (no lucrar u obtener beneficio alguno de su uso). Cualquier asunto relacionado con este material, puede ponerse en contacto con el autor en la dirección de correo electrónico proporcionada.

**x2**. En este manual, por claridad, utilizaremos mayúsculas en general.

2. **Máx o mín:** Respecto al sentido de la optimización, la palabra clave con que inicia la función objetivo es **MAX** para maximizar y **MIN** para minimizar.
3. **«Sujeto a»:** La palabra clave **S.T.** en el segundo renglón proviene de *subject to* (sujeto a, en inglés) o de *such that* (tal que, en inglés). También puede usarse **ST**, **SUBJECT TO** o **SUCH THAT**.
4. **Desigualdades:** Para LINDO, las desigualdades siempre incluyen la igualdad, por lo cual escribir simplemente **<** en el código es equivalente al operador matemático  $\leq$ , pero si se prefiere, LINDO también admite **<=**. Similarmente para  $\geq$ .
5. **No negatividad:** Para LINDO, por defecto las variables son siempre no negativas, por lo cual no ha sido necesario especificar en el código las restricciones lógicas  $x_1, x_2 \geq 0$ .

Después de lo básico, cuyo uso ha podido apreciarse en nuestro primer ejemplo, conviene mencionar algunas cosas útiles adicionales.

6. **Nombres de las variables:** Los nombres de las variables deben comenzar con un carácter alfabético (A a la Z) seguido de hasta siete caracteres más que excluyan los símbolos **! ) + - = > <**. Por ejemplo, **X**, **Y12**, **DEM.MX** o **VAR\_X** son válidas mientras que **2INICIA**, **DEMASIADOLARGO**, **UN-GION** y **EUREKA!** no lo son.
7. **Título:** A cada modelo puede añadirse un título mediante la palabra clave **TITLE** al inicio del código.
8. **Nombres en restricciones:** En LINDO cada restricción puede tener un nombre, el cual debe escribirse al inicio de la restricción y concluir con un cierre de paréntesis **( )**.
9. **Fin:** Aunque en el ejemplo presentado no fue incluido, en ocasiones será necesario indicar a LINDO que el

modelo ha concluido mediante la palabra clave **END** al finalizar las restricciones.

10. **Comentarios:** El signo de cierre de exclamación (!) es interpretado como el inicio de un comentario, el cual deberá ser ignorado por el optimizador. Dicho signo puede iniciar o no un renglón, por lo que sólo el texto que se encuentre a la derecha será considerado como comentario.

Con estas nuevas características, nuestro primer ejemplo puede quedar de la siguiente manera:

```
TITLE Ejemplo 2 - Un problema de produccion
MAX 3X1 + X2      ! Maximizar ganancias
S.T.
CAP)  X1 + 3X2 < 6 ! Capacidad
DEM1) X1 - X2 < 4 ! Demanda del producto 1
! Las variables deben ser no negativas
END
```

Observe que hemos agregado un título descriptivo del modelo y que hemos nombrado las restricciones **CAP** y **DEM1**, además de que hemos colocado algunos comentarios.

Ahora conviene comentar un par de puntos técnicos adicionales:

11. **Operadores:** LINDO sólo reconoce cinco operadores matemáticos: +, -, =, > y <.
12. **Estructura de las restricciones:** En cada restricción las variables deben aparecer a la izquierda del operador de comparación (> = <) y a la derecha sólo debe aparecer una constante. Por ejemplo, la restricción  $X < Y$  será rechazada por el optimizador, por lo que debería reescribirse como  $X - Y < 0$  (o también  $Y - X > 0$ ).

Por último, dado que para LINDO las variables siempre son no negativas, conviene saber cómo modificar este comportamiento por defecto. Las siguientes instrucciones deben escribirse después del **END**.

13. **Variables sin restricción de signo:** La palabra clave **FREE** permite a la variable indicada tener cualquier valor entre  $-\infty$  y  $\infty$ , es decir, **FREE X1** es el equivalente de  $x_1 \in \mathbb{R}$ .
14. **Variables enteras:** La palabra clave **GIN** indica al programa que la variable debe tener un valor entero (no negativo), es decir, **GIN Y1** es el equivalente a  $y_1 \in \mathbb{Z}$ ,  $y_1 \geq 0$ .

15. **Variables binarias:** La palabra clave **INT** indica al programa que la variable elegida debe tener un valor binario, es decir, **INT X2** es el equivalente a  $x_2 \in \{0, 1\}$ .

16. **Cotas:** Las palabras clave **SLB** y **SUB** indican que las variables seleccionadas tienen una cota inferior o superior, respectivamente, el cual también debe ser indicado. Por ejemplo, **SLB Y4 3** indica al programa que la variable **Y4** no debe tomar un valor menor a 3. Similarmente, **SUB Y5 12** indica que la variable **Y5** no debe tomar un valor mayor a 12.

Los anteriores atributos pueden combinarse en una misma variable para emplearse como en el siguiente ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{mín} \quad & z = x_1 + x_2 + 2x_3 \\ \text{s.a:} \quad & x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 6 & \text{(R1)} \\ & x_1 + x_3 \geq 9 & \text{(R2)} \\ & x_1 \geq x_2 + 2x_3 & \text{(R3)} \\ & 2 \leq x_1 \leq 7 \\ & x_2 \leq 0 \quad (\text{variable no positiva}) \\ & -3 \leq x_3 \leq 5 \end{aligned}$$

```
TITLE Ejemplo 3 - Variables con atributos
MIN X1 + X2 + 2X3
S.T.
R1) X1 + 2X2 + 2X3 > 6
R2) X1 + X3 > 9
R3) X1 - X2 - 2X3 > 0 ! Despejando
! Las restricciones logicas en seguida
END
! 2 <= X1 <= 7
SLB X1 2
SUB X1 7
! X2 no positiva
FREE X2
SUB X2 0
! -3 <= X3 <= 5
FREE X3 ! Para que pueda tomar valores negativos
SLB X3 -3
SUB X3 5
```