Programación Lineal

Programación Entera, Mixta y Binaria
Programación por Metas
Programación No Lineal

Programación Entera

Un modelo de Programación Entera es aquel cuya solución óptima tiene sentido solamente si una parte o todas las variables de decisión toman valores restringidos a números enteros, permitiendo incorporar en el modelamiento matemático algunos aspectos que quedan fuera del alcance de los modelos de Programación Lineal.

Tres tipos

1) Los problemas de ***programación entera pura*** son casos donde se requiere que todas las variables tengan valores enteros.

2) Los problemas de ***programación entera mixta*** son casos en los cuales se requiere que algunas variables de decisión, aunque no todas, tengan valores enteros.

3) Los problemas de ***programación entera cero-uno*** son casos especiales donde todas las variables de decisión deben tener valores de solución enteros de 0 o 1.

Una consideración importante es que una solución obtenida con programación entera nunca genera una utilidad mayor que la que se logra con la PL del mismo problema; casi siempre significa un valor menor.

Ejercicio de Programación Entera Pura

Elizabeth Bailey es la propietaria y gerente general de Princess Brides, que ofrece servicios de planeación de bodas en el suroeste de Louisiana. Utiliza publicidad en radio para promover su negocio. Están disponibles dos tipos de anuncios: aquellos que se difunden durante las horas de mayor audiencia y los que se transmiten en otras horas. Cada anuncio durante el tiempo de audiencia máxima cuesta $390 y llega a 8,200 personas; mientras que los anuncios en las horas de menor audiencia cuestan $240 cada uno y llegan a 5,100 personas. Bailey ha presupuestado $1,800 semanales para publicidad. Basada en comentarios de sus clientes, desea tener por lo menos dos anuncios en horas de máxima audiencia y no más de 6 en horas no pico.

Formule y resuelva el problema como uno de programación entera.

$X1$ = Número de anuncios a contratar en horas de mayor audiencia
$X2$ = Número de anuncios a contratar en otras horas

FO Max $Z = 8200X1 + 5100X2$

Sujeto a :

$$390X1 + 240X2 \leq 1800$$
$$X1 \geq 2$$
$$X2 \leq 6$$
$$Xi \geq 0$$
Xi, enteros

Ejercicio de Programación Entera Mixta

La empresa Lácteos S.A., se dedica a la elaboración y venta de queso Turrialba y queso Montino además de leche entera y leche descremada. Las leches las vende en envases tetra brick de 1 litro y los quesos los vende por kilo. Para la elaboración de los quesos se requieren 5 minutos y 30 segundos de mano de obra por cada kilo de queso Turrialba y 7 minutos de mano de obra por cada kilo de queso Montino. El kilo de queso Turrialba ocupa 9.5 litros de leche, mientras que el kilo de queso Montino ocupa 9 litros de leche. El kilo de queso Turrialba se vende en ¢1400 y el kilo de queso Montino se vende en ¢1500. Para la pasteurización se ha determinado que por cada litro se requieren de 45 segundos de mano de obra, el envase de un litro de leche entera se vende en ¢900 y la leche descremada se vende en ¢985 el envase. La empresa tiene 5 trabajadores que laboran 8 horas diarias, 6 días a la semana y disponen de 12 000 litros de leche semanales. Determine la mezcla de producción que maximiza las utilidades si se deben de fabricar como mínimo 20.5 kilos, 33.7 kilos de quesos respectivamente y por lo menos 5000 cartones de leche entera.

$X1$= Kilogramos de queso Turrialba a producir
$X2$= Kilogramos de queso Montino a producir
$X3$= Envases de 1 litro de leche entera a producir
$X4$= Envases de 1 litro de leche descremada a producir

FO Min $Z= 1400X1 + 1500X2 + 900X3 + 985X4$

Sujeto a :

$5.5X1 + 7X2 + 0.75X3 + 0.75X4 \leq 14400$

$9.5X1 + 9X2 + X3 + X4 \leq 12000$

$X1 \geq 20.5$

$X2 \geq 33.7$

$X3 \geq 5000$

$Xi \geq 0$

$X3$ y $X4$, enteros

Ejercicio de Programación Entera Binaria

Se tienen seis proyectos a realizar en el próximo semestre, así que ya se debe de estar preparando al personal para el inicio de las obras, los datos económicos de cada proyecto son:

Proyectos	Camino	Supermercado	Casas	Departamentos	Parques	Puentes
Ganancia	$50,000	$60,000	$70 mil	$80,000	$90,000	$50,000

El camino se hace para que se pueda hacer el supermercado. Si el supermercado no se hace el camino podría hacerse para beneficiar las casas aledañas. De los proyectos Camino y Departamentos se debe elegir uno como máximo, el proyecto Casas podría hacerse si es que se hace el proyecto Departamentos y/o el proyecto Parques, de los seis proyectos se debe elegir cuatro proyectos. Finalmente, el proyecto Departamentos se puede hacer sí es que se hace el proyecto Casas y no el proyecto Puentes.

$X1$ = Realizar el proyecto del Camino
$X2$ = Realizar el proyecto del Súper Mercado
$X3$ = Realizar el proyecto de las casas
$X4$ = Realizar el proyecto de los departamentos
$X5$ = Realizar el proyecto de los parques
$X6$ = Realizar el proyecto de los puentes

FO $\text{Max } Z = 50000X1 + 60000X2 + 70000X3 + 80000X4 + 90000X5 + 50000X6$

Sujeto a:

$$X1 \geq X2$$
$$X1 + X4 \leq 1$$
$$X3 \leq X4 + X5$$
$$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 = 4$$
$$2X4 \leq X3 + 1 - X6$$
$$Xi \geq 0$$
$$Xi, \text{ binarias}$$

Programación por Metas

Programación por metas

Con frecuencia, la maximización de la utilidad total es tan solo una de varias metas, incluidos objetivos contradictorios como maximizar la participación de mercado, mantener el pleno empleo, ofrecer una administración ecológica de calidad, minimizar el nivel de ruido en el vecindario y satisfacer otras metas no económicas.

Programación por metas

La programación por metas "satisfacе", en comparación con la programación lineal, la cual intenta "optimizar". Ello significa acercarse tanto como sea posible al logro de las metas.

Programación por metas

La función objetivo es la principal diferencia entre la programación por metas y la programación lineal. En la programación por metas se desean minimizar las variables de desviación, las cuales son los únicos términos en la función objetivo.

Las variables de desviación son iguales a cero si una meta se logra por completo.

Estructura de cada meta

$$f_i(x) + \ n_i - p_i = t_i$$

En la expresión anterior fi(x) representa la expresión matemática de la meta, a la que se le añaden dos **variables de desviación** (ni y pi). La primera, ni representa un **valor faltante** para llegar a la meta. La segunda variable de desviación pi, representa un **valor excedente** por sobre la meta.

Estructura de cada meta

Por ejemplo, suponga que una empresa tiene dos productos: el primero le deja 3 colones de ganancia y el segundo le produce solo 1 colón. Se desea obtener 50 colones de ganancia. La meta estaría representada por:

$$3X1 + X2 + n - p = 50$$

Niveles de Prioridad

Una idea clave en la programación por metas es que una meta es más importante que otra. Se asignan prioridades a cada variable de desviación.

En donde La prioridad 1 es infinitamente más importante que la prioridad 2 y así sucesivamente.

Programación por metas con metas ponderadas

Cuando se utiliza programación por metas ponderadas, los coeficientes de la función objetivo para las variables de desviación incluyen tanto el nivel de prioridad como el peso. Si todas las metas están en el mismo nivel de prioridad, simplemente es suficiente utilizar las ponderaciones de los coeficientes de la función objetivo.

Ejercicio

En cierto país de 20 000 habitantes se tienen las siguientes bases anuales tributarias: 550 millones por bienes inmuebles. 35 millones por alimentos y medicinas. 55 millones por ventas. El consumo anual de gasolina es de 7.5 millones de galones. Se tienen las siguientes metas:

- ✓Tener un ingreso por impuestos de 16 millones.
- ✓Que el impuesto para alimentos y medicinas no exceda el 10% del total de impuestos.
- ✓Que el impuesto sobre ventas no exceda el 20% del total de impuestos.
- ✓Que el impuesto para gasolina no exceda de 2 centavos por galón.

Variables de Decisión

X1 = tasa tributaria de bienes inmuebles

X2 = tasa tributaria por alimentos y medicinas

X3 = tasa tributaria por ventas

X4 = impuesto para gasolina en centavos por galón.

Metas

Tener un ingreso de impuestos de 16 millones.

$$550\ X1 + 35\ X2 + 55\ X3 + 7.5\ X4 \geq 16$$

Que el impuesto para alimentos y medicinas no exceda el 10% del total de impuestos

$$35\ X2 \leq 0.10\ (550\ X1 + 35\ X2 + 55\ X3 + 7.5\ X4)$$

Haciendo las operaciones correspondientes, y simplificando, la meta anterior quedaría:

$$55\ X1 - 31.5\ X2 + 5.5\ X3 + 0.75\ X4 \geq 0$$

Metas

Que el impuesto sobre ventas no exceda el 20% del total de impuestos.

$55\ X3 \leq 0.20\ (550\ X1 + 35\ X2 + 55\ X3 + 7.5\ X4)$

Haciendo las operaciones correspondientes, y simplificando, la meta anterior quedaría:

$110\ X1 + 7\ X2 – 44\ X3 + 1.5\ X4 \geq 0$

Que el impuesto para gasolina no exceda de 2 centavos por galón.

$X4 \leq 2$

Metas

La planificación por metas (incluyendo las variables de desviación) serían:

550 X1 + 35 X2 + 55 X3 + 7.5 X4 + n1 – p1 = 16

55 X1 – 31.5 X2 + 5.5 X3 + 0.75 X4 + n2 – p2 = 0

110 X1 + 7 X2 – 44 X3 + 1.5 X4 + n3 – p3 = 0

X4 + n4 – p4 = 0

Las variables de desviación no deseadas serían: **n1, n2, n3, p4.**

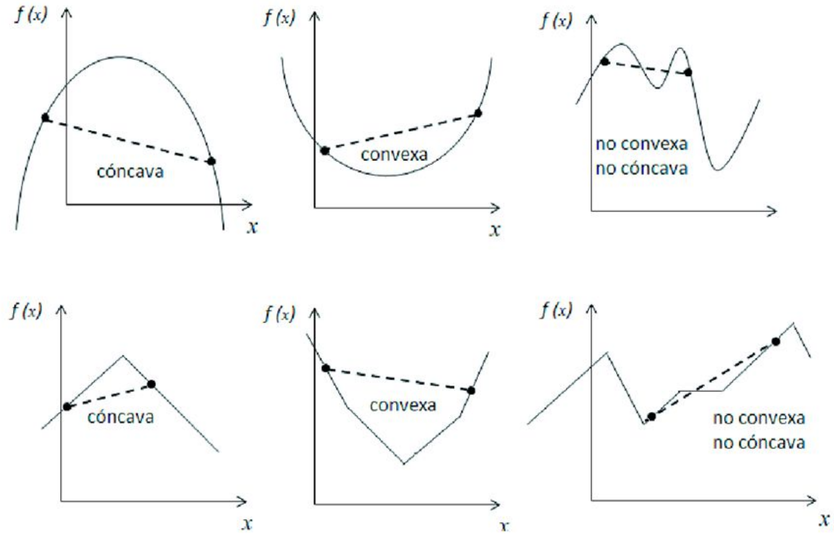
La función de logro sería:

Minimizar la desviación total = n1 + n2 + n3 + p4

Programación No Lineal

Programación NO Lineal

En la vida real hay muchas situaciones que violan la suposición de proporcionalidad de la programación lineal. La contribución de cada variable a la función objetivo no es proporcional al nivel de actividad de la variable en cuestión. Algunas veces estas contribuciones pueden expresarse de forma matemática como una ***funcion no lineal***.



Programación NO Lineal

Existen muchos tipos y formas, algunos pueden tener rendimientos marginales crecientes, otros pueden tener funciones no lineales en las restricciones, incluso se puede tener gráficas de ganancia con varias curvas desconectadas. Muchos de estos tipos de problemas son difíciles de resolver, inlcusive algunos serán imposibles de resolver.

Para este curso nos centraremos en los problemas sencillos de programación NO lineal que tienen las siguientes tres caracterísitcas:

1. Mismas restricciones que el modelo de programación lineal.
2. Un función NO lineal para la función objetivo.
3. Cada actividad que viole la suposición de proporcionalidad de la PL tiene rendimientos marginales decrecientes.

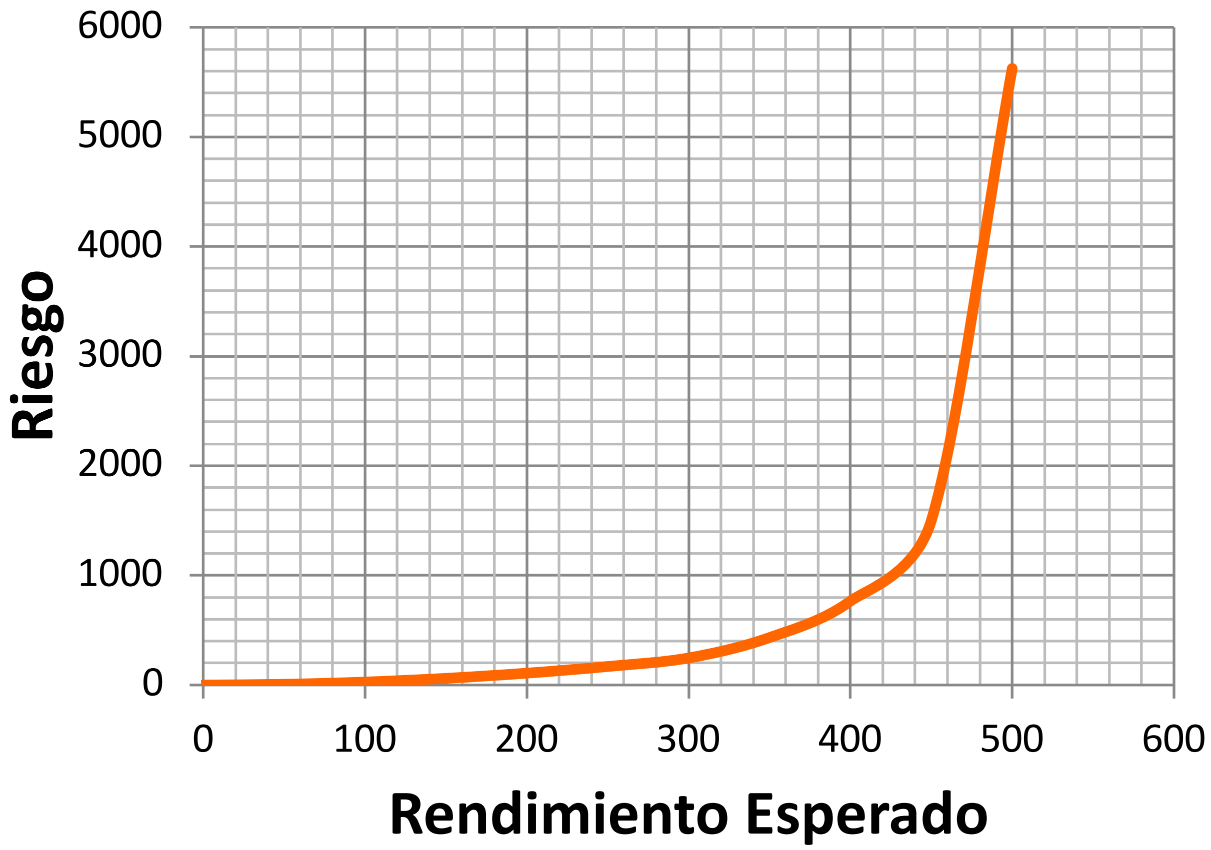
Ejercicio Programación No Lineal

Una pequeña empresa tiene un protafolio de inversiones y se desea considerar tres titulos (acciones) para la inclusión en su cartera de inversiones.

Acción	**Precio (000)**	**Rendimiento (000)**	**Riesgo**	**Par de acciones**	**Riesgo Conjunto**
1	$60	25	4	1 y 2	2
2	$40	20	9	1 y 3	-1
3	$50	9	1	2 y 3	-1.5

La cantidad presupuestada para invertir es de 1 millón de dólares, el rendimiento mínimo esperado es de trescientos mil dólares. Resuelva el problema con programación no lineal.

Relación entre rentabilidad y riesgo - Histórico



X1 = número de acciones 1 a comprar
X2 = número de acciones 2 a comprar
X3 = número de acciones 3 a comprar

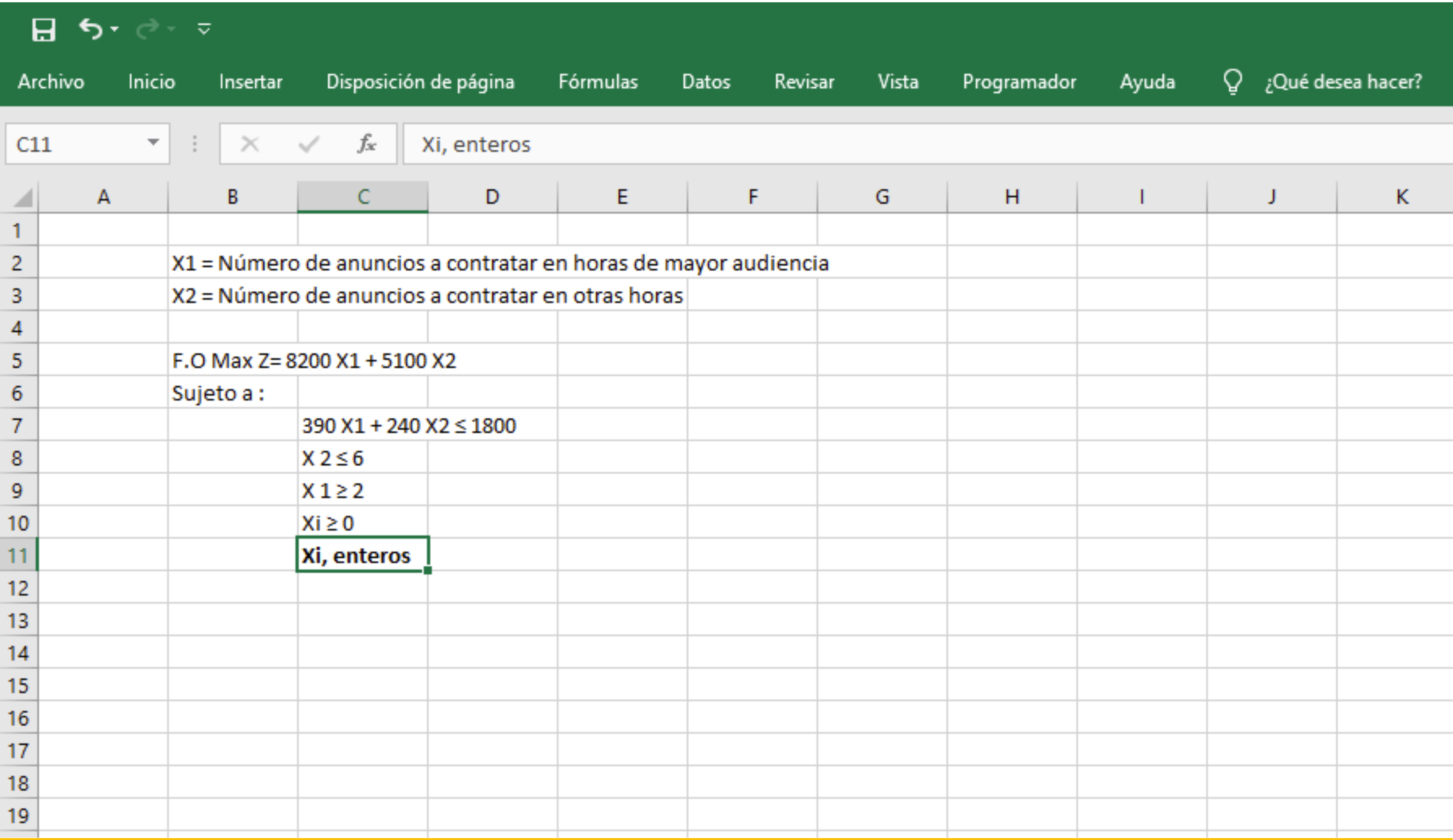
F.O. Min $Z = 4X1^2 + 9X2^2 + X3^2 + 2(X1*X2)-(X1*X3)-1.5(X2*X3)$

Sujeto a :
$25X1 + 20X2 + 9X3 \geq 300$
$60X1 + 40X2 + 50X3 \leq 1000$
$Xi \geq 0$

Resolución con Excel

En www.ucreanop.com en ejercicios de clase está el archivo de Excel con el nombre Clase 1 ejercicios de programación entera.

Vamos a resolver el primer planteo visto en clase



A la derecha del planteo montaremos una tabla en excel para resolver el problema de programación lineal entera con Solver.
Se colocan primero las variables, coeficientes y cantidades para calcular la F.O. y de segundo irán las restricciones.

X1 = Número de anuncios a contratar en horas de mayor audiencia						
X2 = Número de anuncios a contratar en otras horas						
F.O Max Z= 8200 X1 + 5100 X2			Variables		X1	X2
Sujeto a :			Coeficiente en F.O			
	$390 X1 + 240 X2 \leq 1800$		Cantidades			
	$X 2 \leq 6$				Restricciones	
	$X 1 \geq 2$		Presupuesto			
	$Xi \geq 0$		Mínimo Máx Audiencia			
	Xi, enteros		Máximo Min Audiencia			

Variables	X1	X2
Coeficiente en F.O		
Cantidades		
	Restricciones	
Presupuesto		
Mínimo Máx Audiencia		
Máximo Min Audiencia		

F.O Max Z= 8200 X1 + 5100 X2		
Sujeto a :		
	390 X1 + 240 X2 ≤ 1800	
	X 2 ≤ 6	
	X 1 ≥ 2	
	Xi ≥ 0	
	Xi, enteros	

Agregamos los coeficientes de las ecuaciones a la tabla que utilizaremos con Solver.

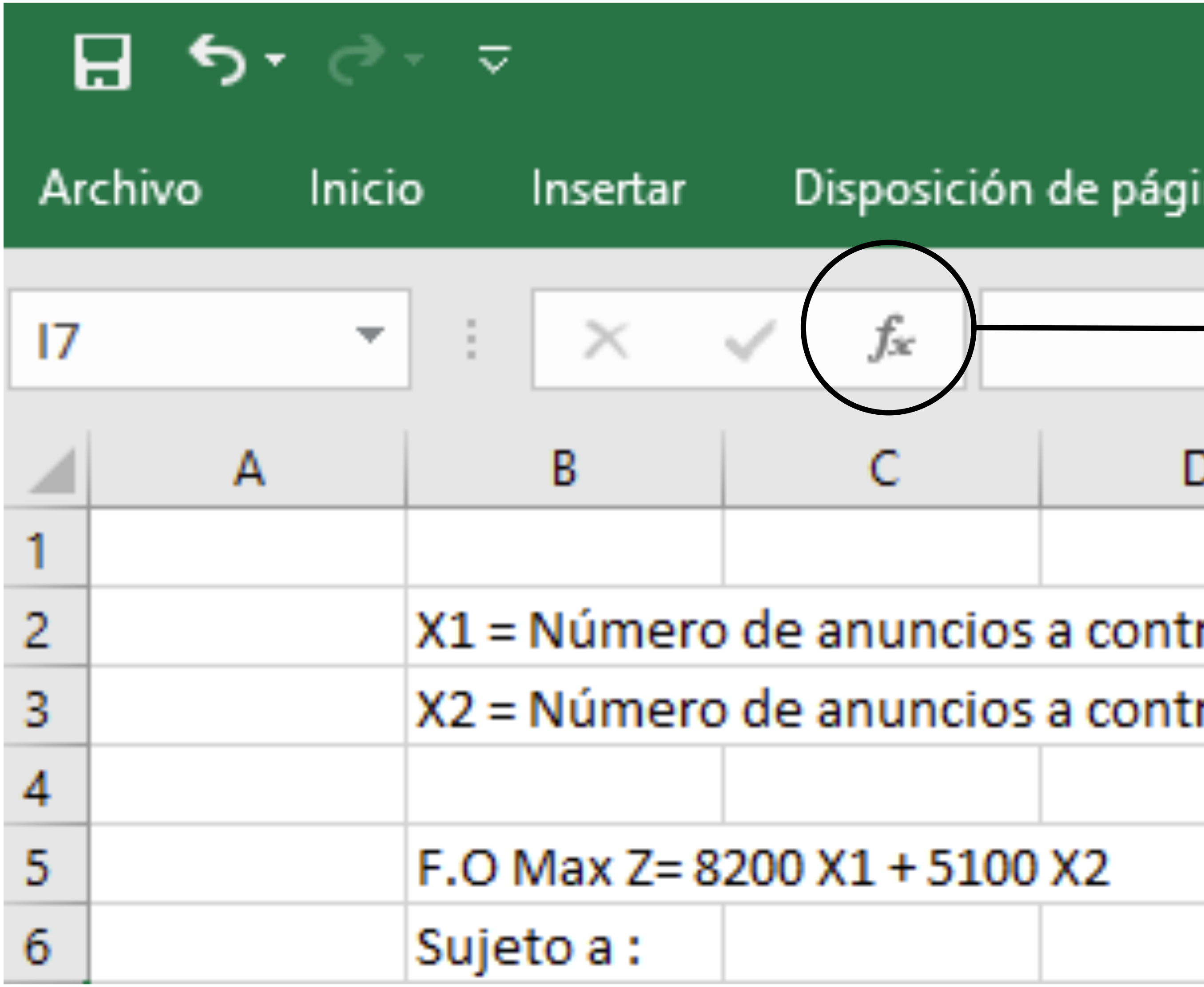
Variables	X1	X2
Coeficiente en F.O	8200	5100
Cantidades		
	Restricciones	
Presupuesto	390	240
Mínimo Máx Audiencia	0	1
Máximo Min Audiencia	1	0

Agregamos las cantidades iniciales para resolver el PL

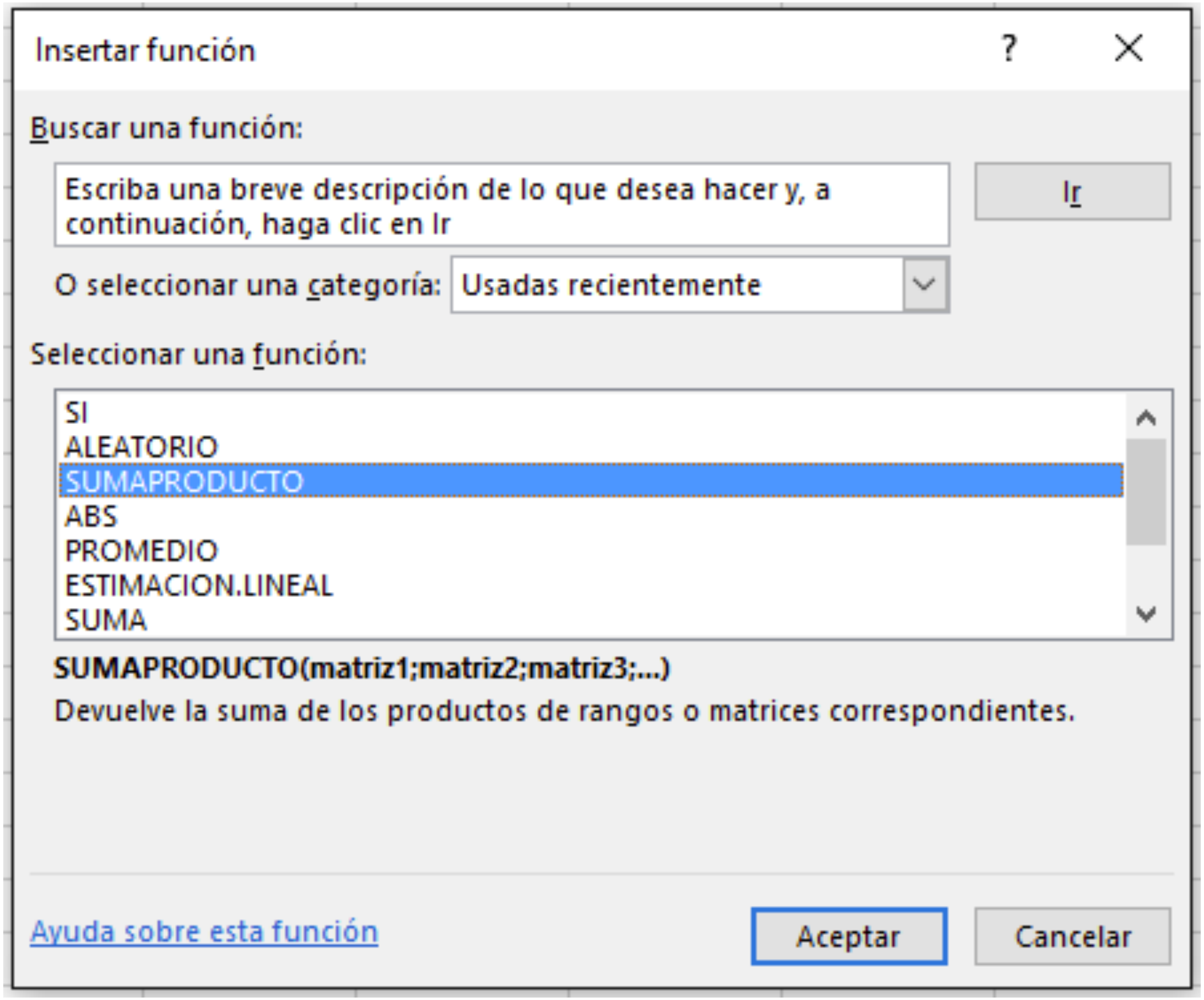
Variables	X1	X2
Coeficiente en F.O	8200	5100
Cantidades	0	0
	Restricciones	
Presupuesto	390	240
Mínimo Máx Audiencia	0	1
Máximo Min Audiencia	1	0

En la celda contigua a las cantidades escribimos la fórmulas para calcular el resultado de la F.O.

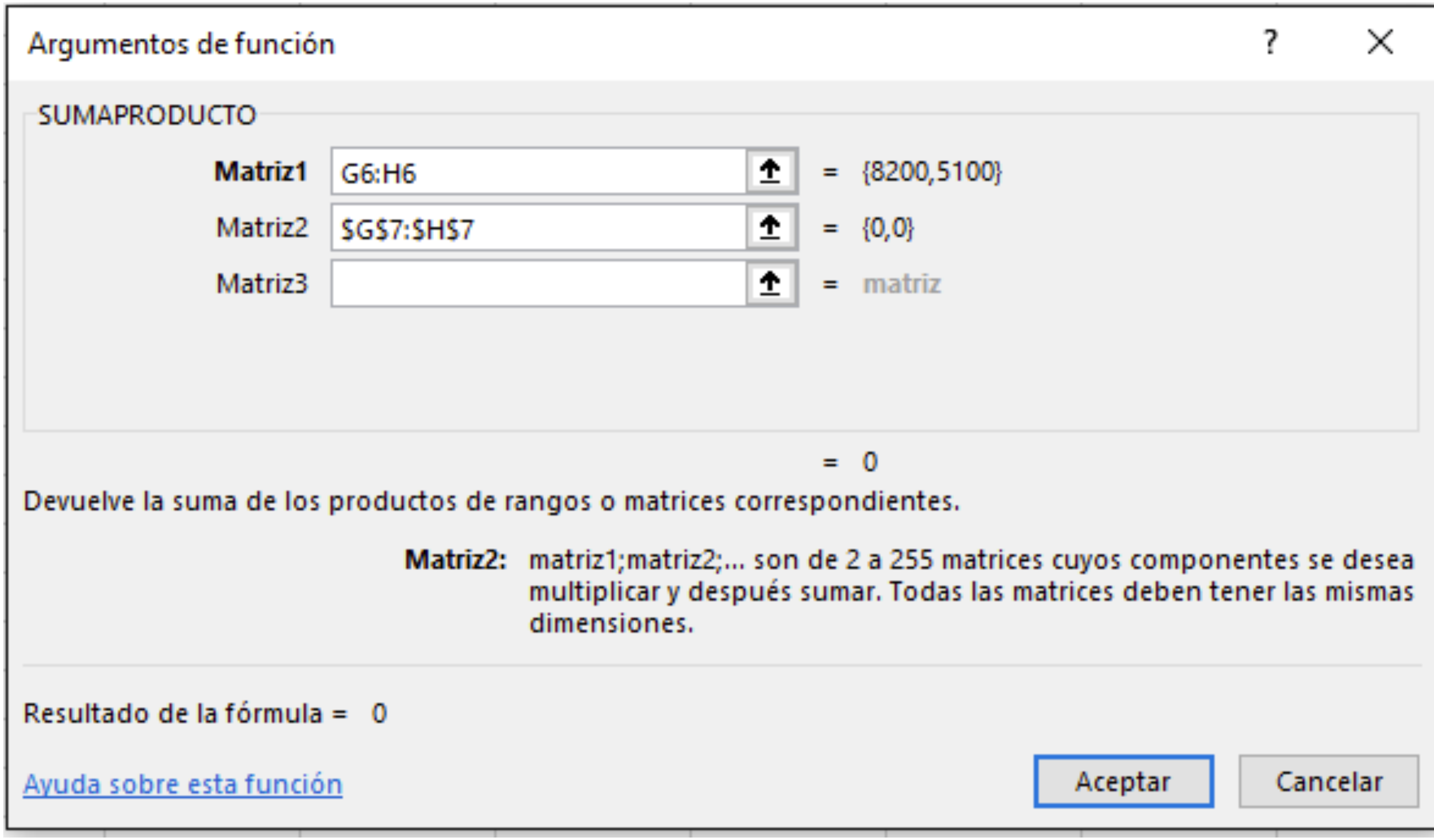
Variables	X1	X2	
Coeficiente en F.O	8200	5100	
Cantidades	0	0	
	Restricciones		
Presupuesto	390	240	
Mínimo Máx Audiencia	0	1	
Máximo Min Audiencia	1	0	



Buscamos dentro de las funciones de Excel la fórmula: Sumaproducto


Insertar función
?
Buscar una función:
Escriba una breve descripción de lo que desea hacer y, a continuación, haga clic en Ir
Ir
O seleccionar una categoría:
Usadas recientemente
Seleccionar una función:
SI
ALEATORIO
SUMAPRODUCTO
ABS
PROMEDIO
ESTIMACION.LINEAL
SUMA
SUMAPRODUCTO(matriz1;matriz2;matriz3;...)
Devuelve la suma de los productos de rangos o matrices correspondientes.
Ayuda sobre esta función
Aceptar
Cancelar

Note que las celdas que corresponden a las cantidades por fabricar han sido fijadas.



Representa la cantidad de audiencia que se espera tener despuésd de contratar los espacios publicitarios.

Variables	X1	X2	
Coeficiente en F.O	8200	5100	
Cantidades	0	0	0
	Restricciones		
Presupuesto	390	240	
Mínimo Máx Audiencia	0	1	
Máximo Min Audiencia	1	0	

Copiamos la fórmula de sumaproducto a las restricciones.
Esto representará el consumo de los recursos.

Variables	X1	X2	
Coeficiente en F.O	8200	5100	
Cantidades	0	0	0
	Restricciones		
Presupuesto	390	240	0
Mínimo Máx Audiencia	0	1	0
Máximo Min Audiencia	1	0	0

Importante cerciónese de que a la hora de copiar la fórmula de sumaproducto, esta copia se haya hecho de forma correcta, las cantidades se debería de multiplicar por los coeficientes de las restricciones.

Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	0	0	0			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	=SUMAPRODUCTO(G9:H9;$G$7:$H$7)			
Mínimo Máx Audiencia	0	1	SUMAPRODUCTO(matriz1; [matriz2]; [matriz3]; [matriz4]; ...)			
Máximo Min Audiencia	1	0	0	≥	2	--

Agregamos los símboloes de desigualdad para cada restricción. Note que se colocan todas las de menor igual juntas, las de mayor igual juntas y las de igual juntas.

Variables	X1	X2		
Coeficiente en F.O	8200	5100		
Cantidades	0	0	0	
	Restricciones			
Presupuesto	390	240	0	≤
Mínimo Máx Audiencia	0	1	0	≤
Máximo Min Audiencia	1	0	0	≥

Para completar la tabla de excel para resolver con Solver, agregamos dos columnas adicionales que representan la cantidad de recursos disponibles de la empresa y la posible holgura después de resolver

Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	0	0	0			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	0	≤		
Mínimo Máx Audiencia	0	1	0	≤		
Máximo Min Audiencia	1	0	0	≥		

F.O Max Z= 8200 X1 + 5100 X2		
Sujeto a :		
	390 X1 + 240 X2 ≤ 1800	
	X 2 ≤ 6	
	X 1 ≥ 2	
	Xi ≥ 0	
	Xi, enteros	

Agregamos la disponibilidad de recursos

Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	0	0	0			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	0	≤	1800	
Mínimo Máx Audiencia	0	1	0	≤	6	
Máximo Min Audiencia	1	0	0	≥	2	

Calculamos la holgura

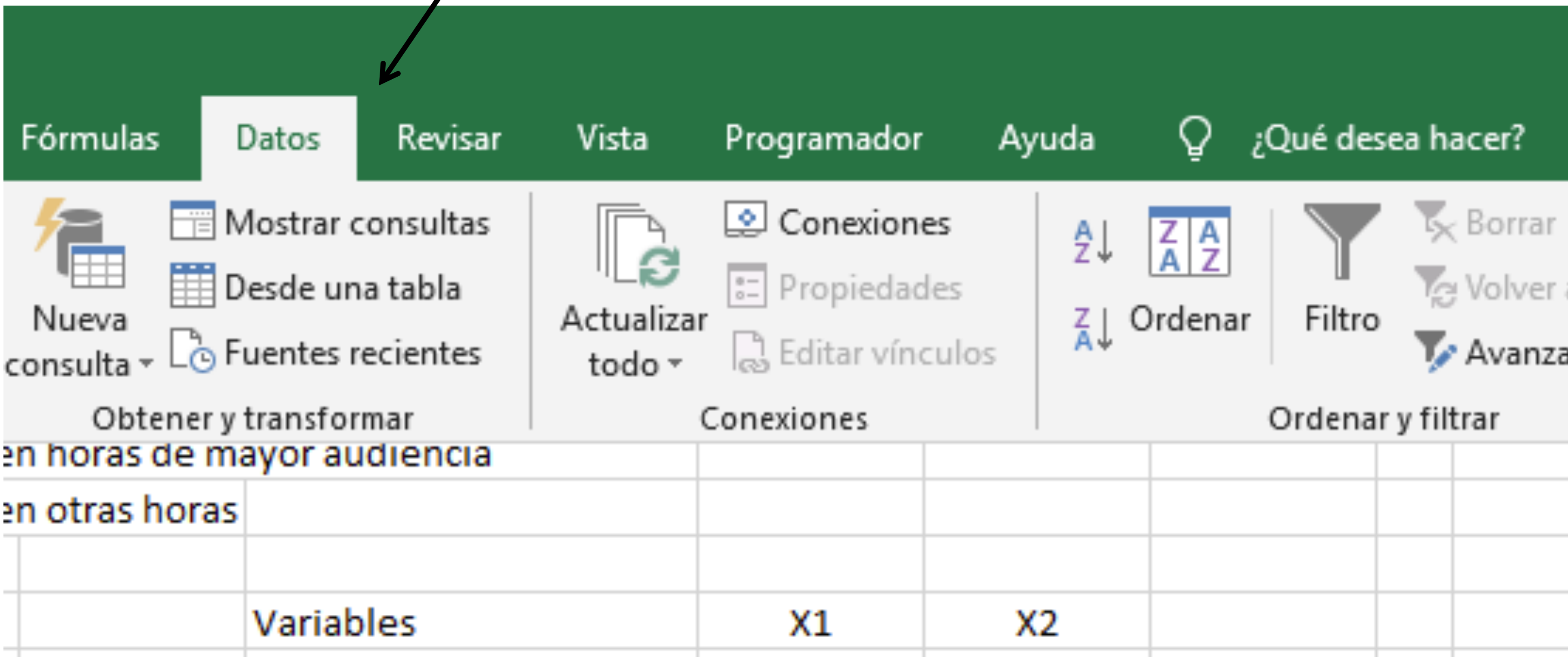
Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	0	0	0			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	0	≤	1800	=K9-I9
Mínimo Máx Audiencia	0	1	0	≤	6	
Máximo Min Audiencia	1	0	0	≥	2	

Ya está finalizada la tabla con el modelo para resolver el problema de PL con Solver.

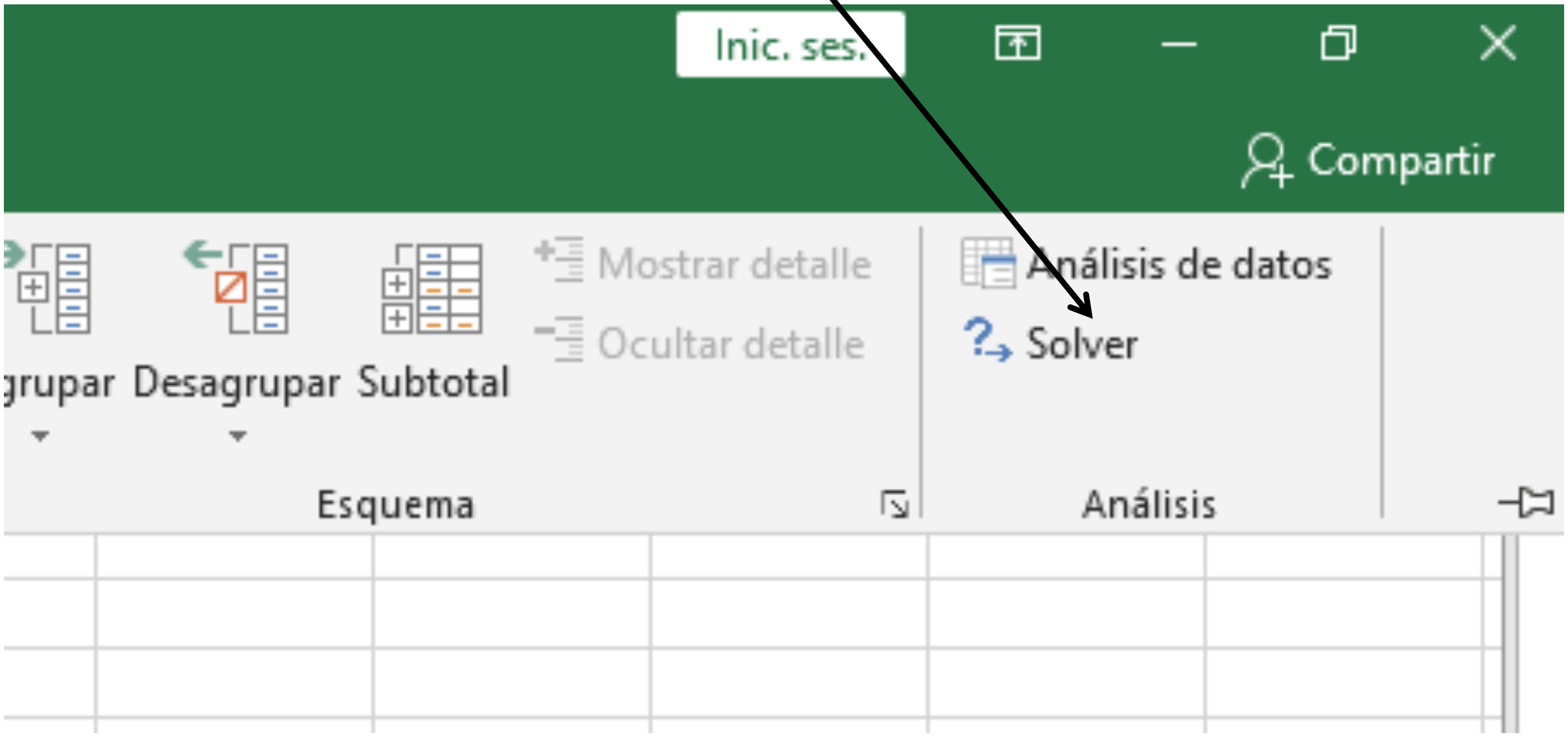
Note que sólo la primera restricción tiene holgura, esto se debe a que es la única limitación, las otras dos restricciones son requerimientos.

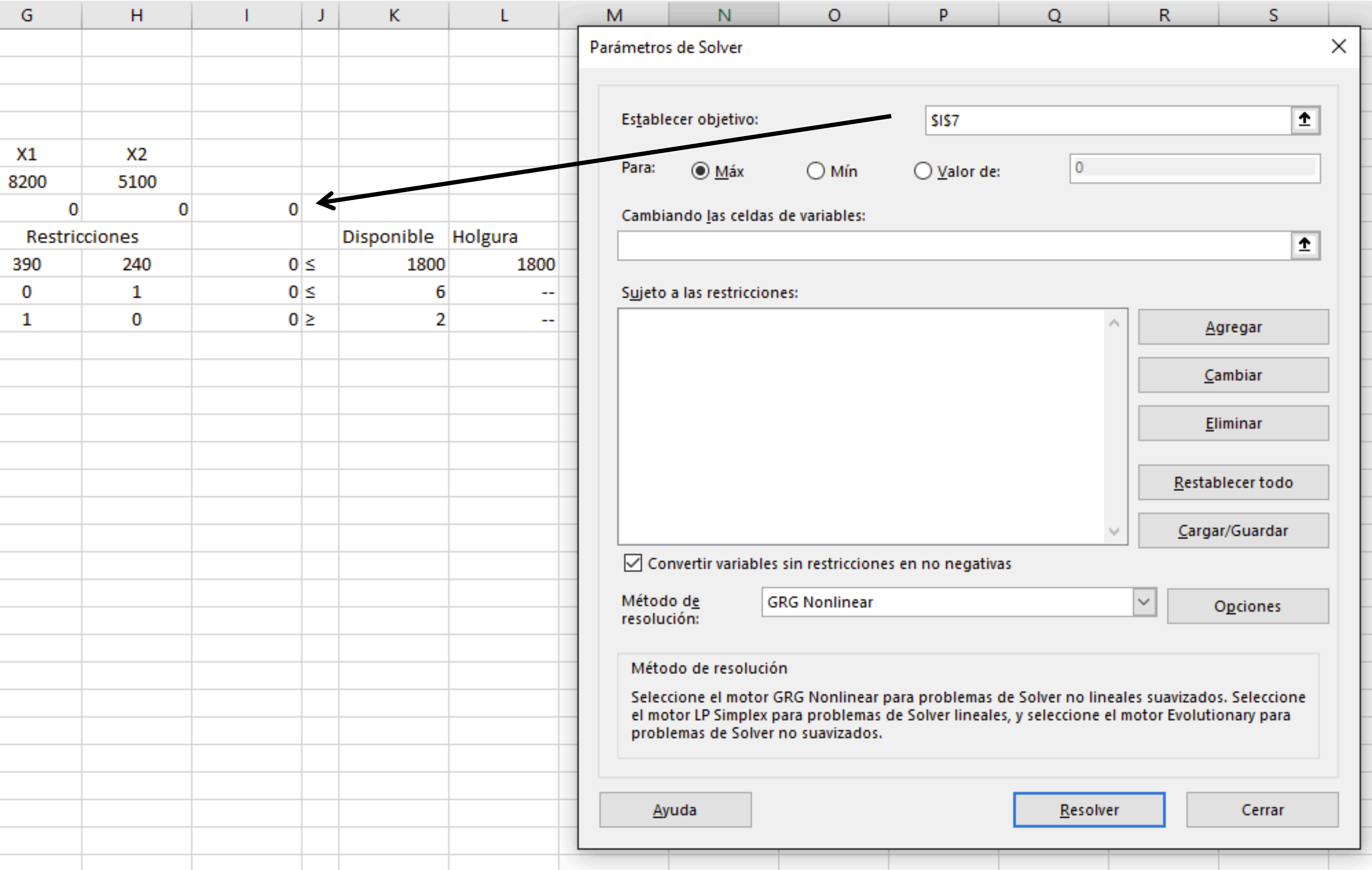
Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	0	0	0			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	0	≤	1800	1800
Mínimo Máx Audiencia	0	1	0	≤	6	--
Máximo Min Audiencia	1	0	0	≥	2	--

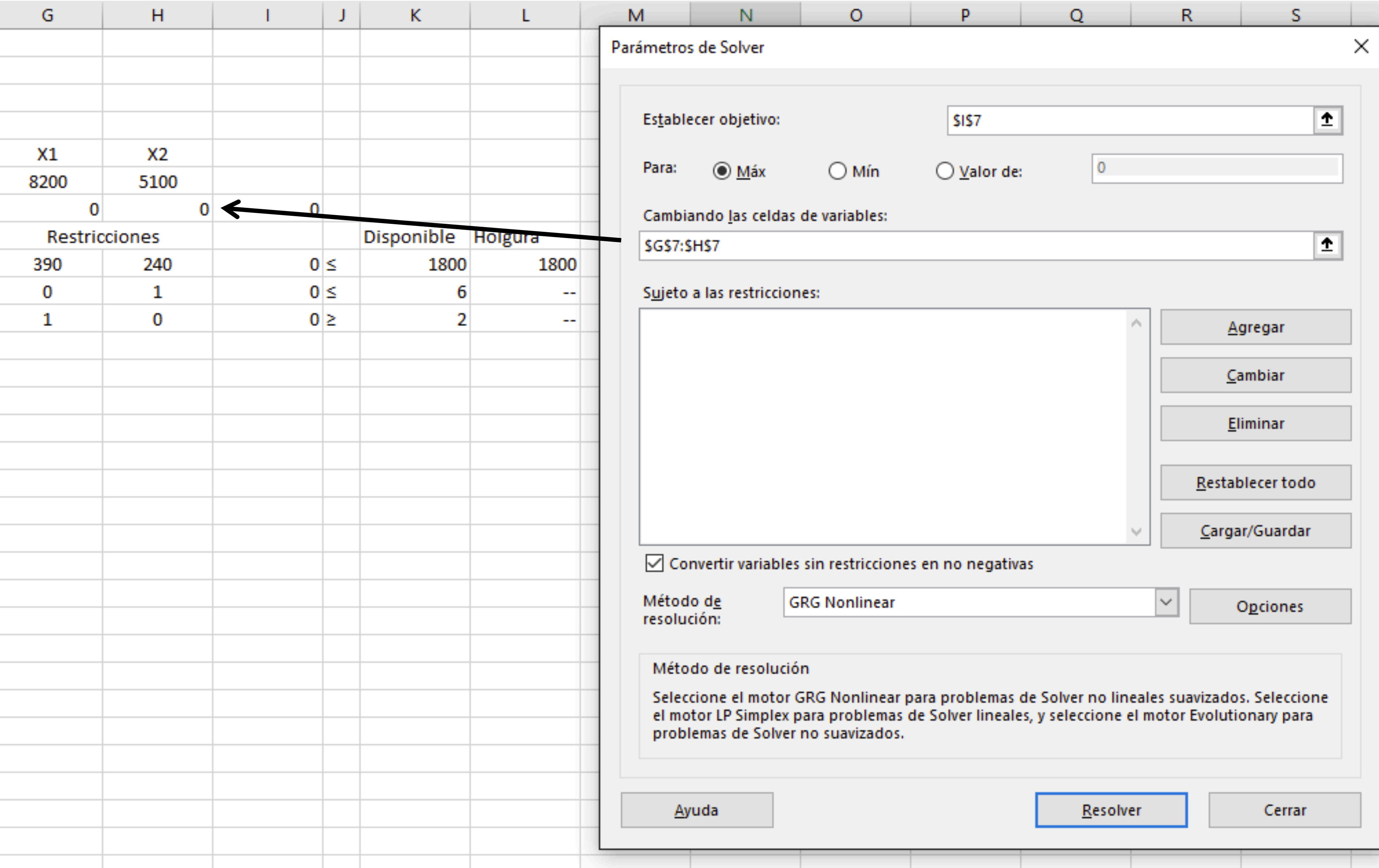
En el Excel vamos a la pestaña de DATOS



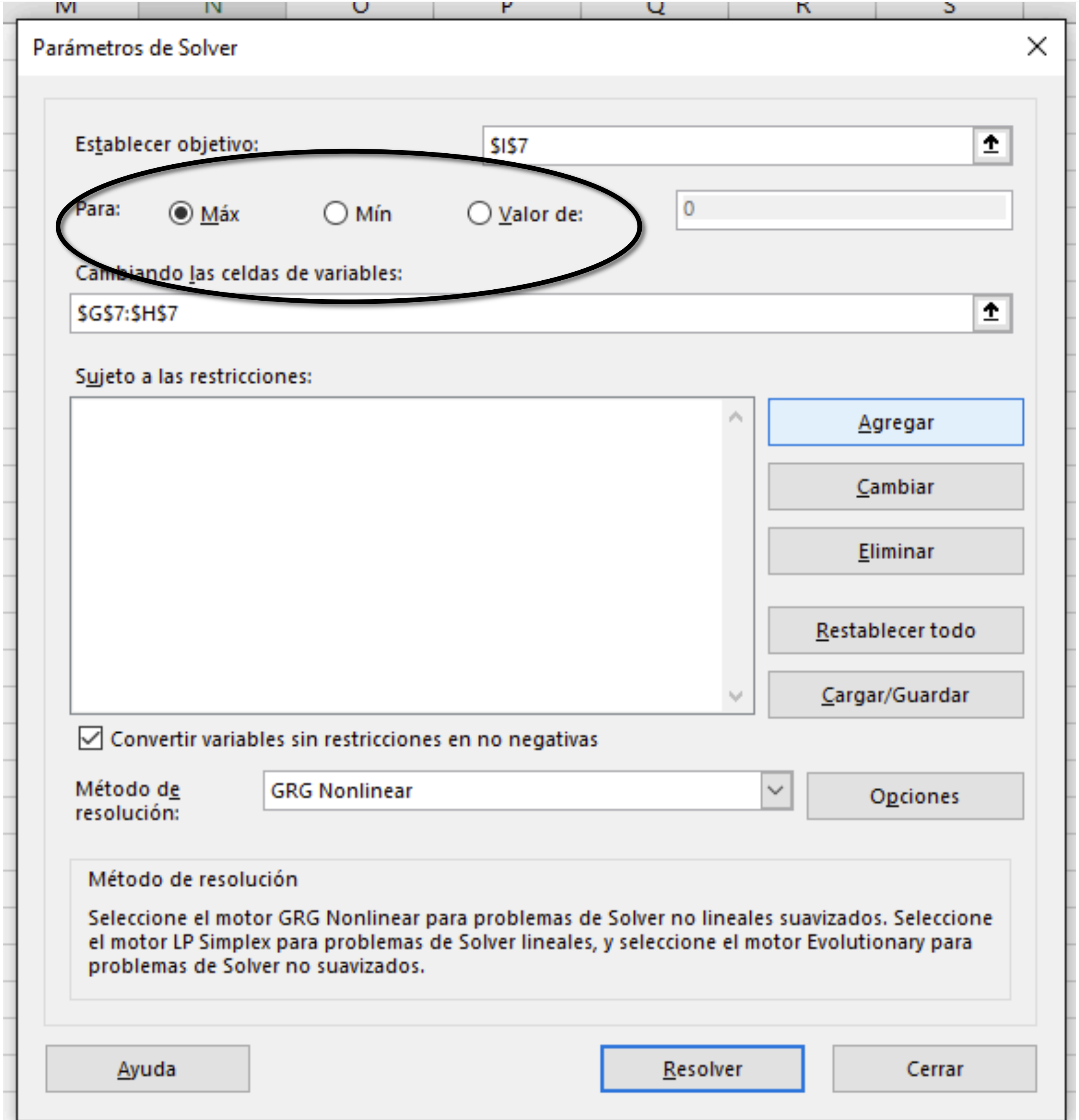
Al final de la pestaña de Datos, encontramos Solver

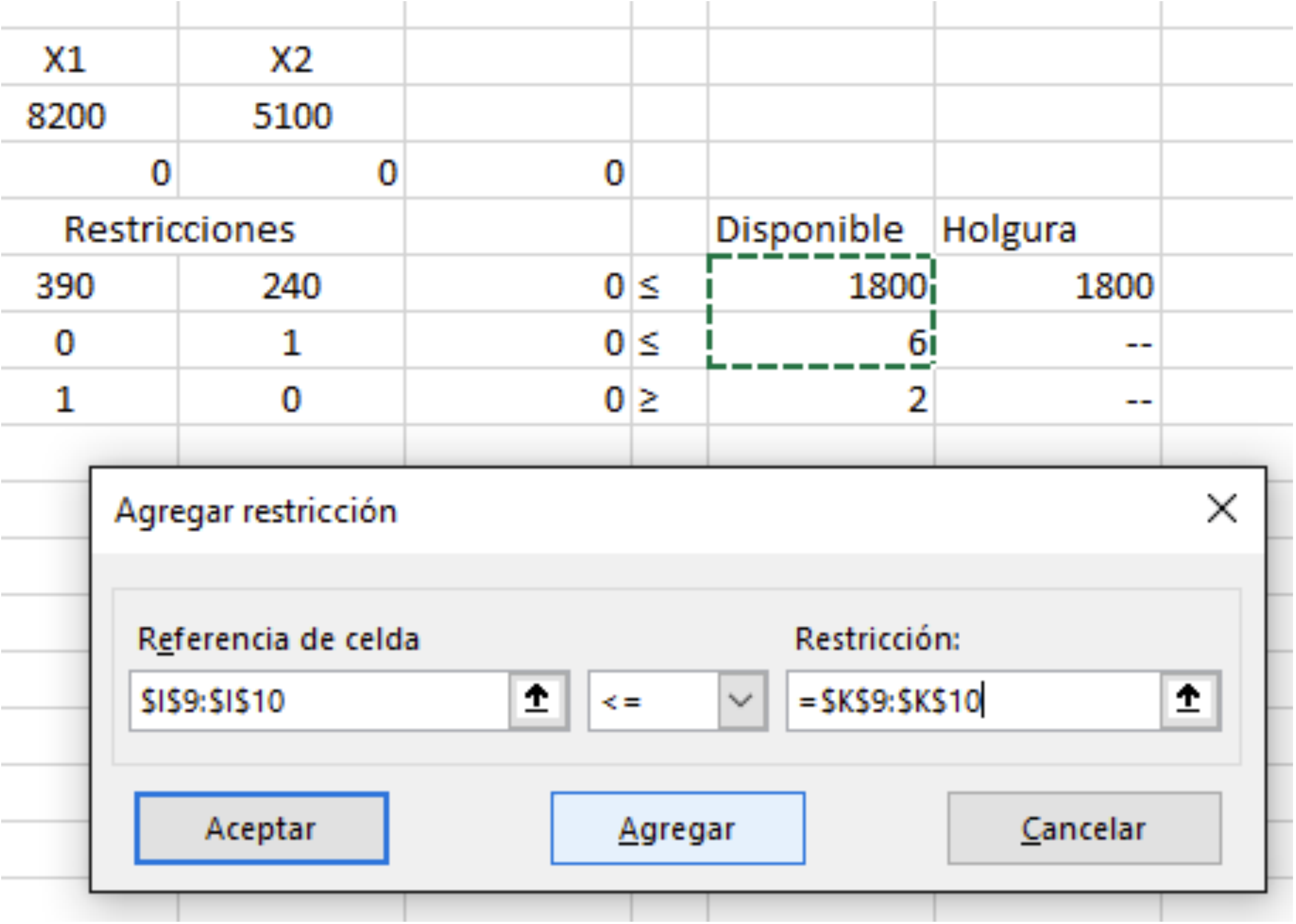


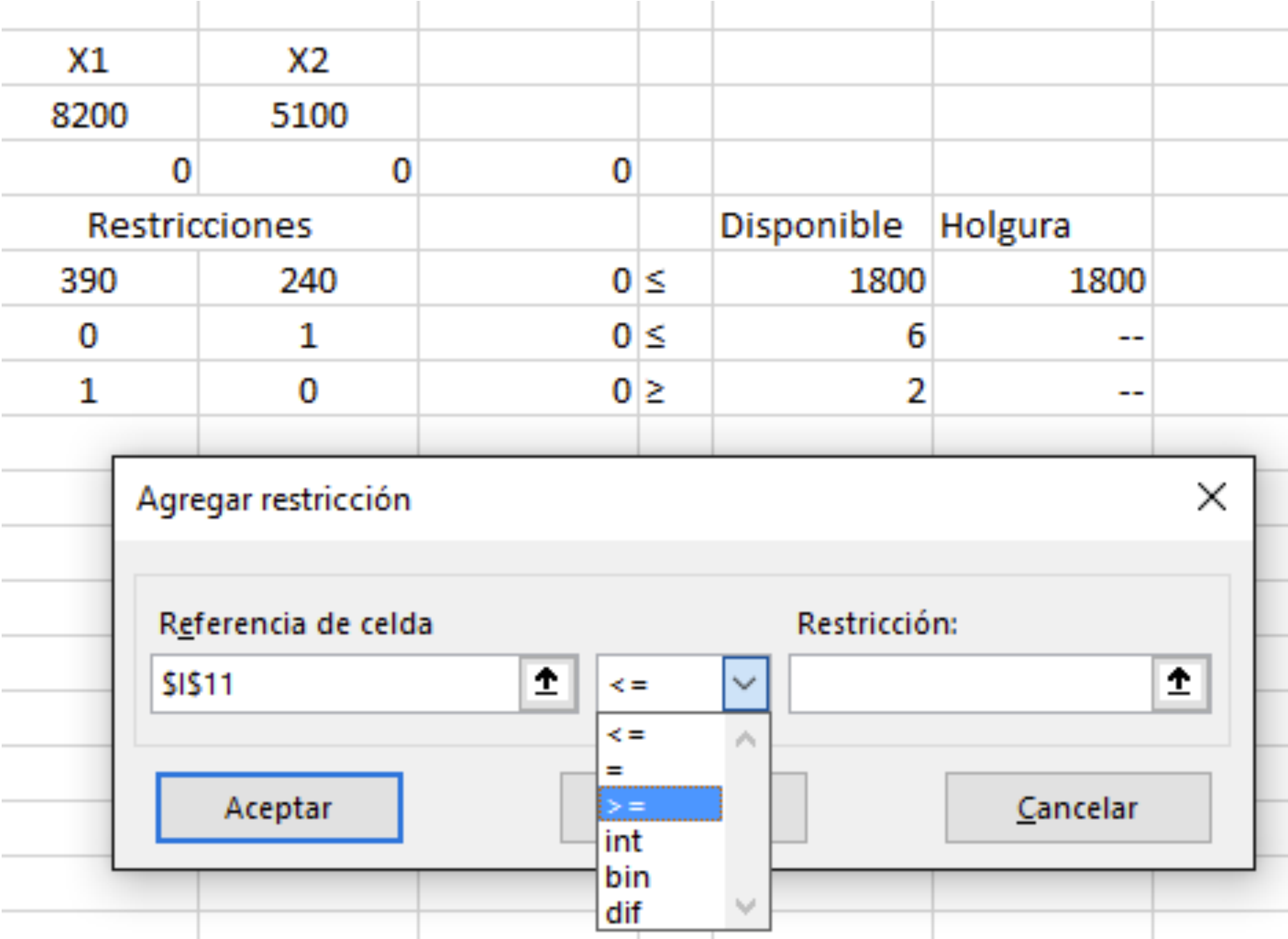

G H I J K L M N O P Q R S
X1 X2
8200 5100
0 0 0
Restricciones
Disponible Holgura
390 240 0 ≤ 1800 1800
0 1 0 ≤ 6 --
1 0 0 ≥ 2 --
Parámetros de Solver
Establecer objetivo:
$I$7
Para:
Máx
Mín
Valor de:
0
Cambiando las celdas de variables:
Sujeto a las restricciones:
Agregar
Cambiar
Eliminar
Restablecer todo
Cargar/Guardar
Convertir variables sin restricciones en no negativas
Método de resolución:
GRG Nonlinear
Opciones
Método de resolución
Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.
Ayuda
Resolver
Cerrar

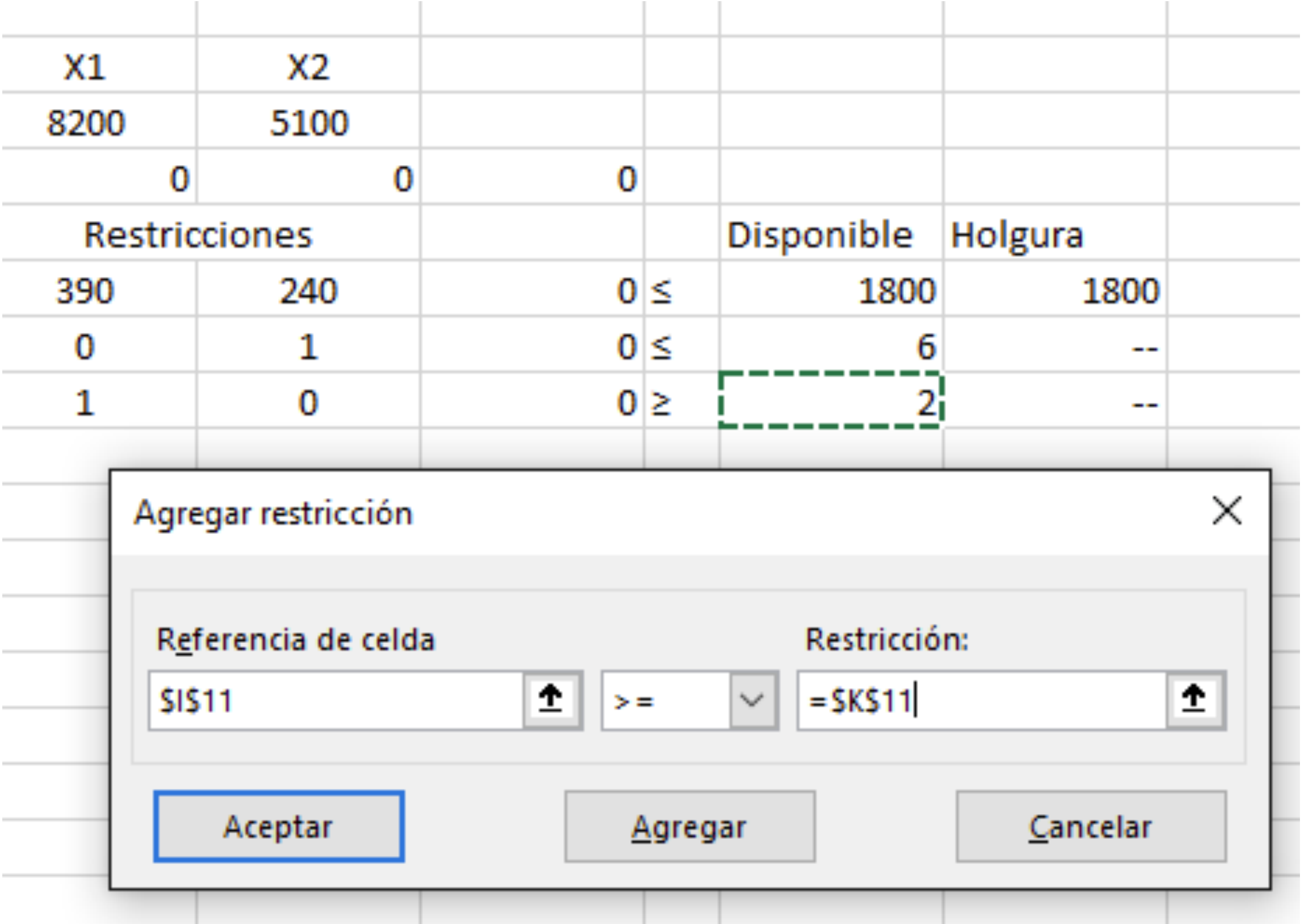


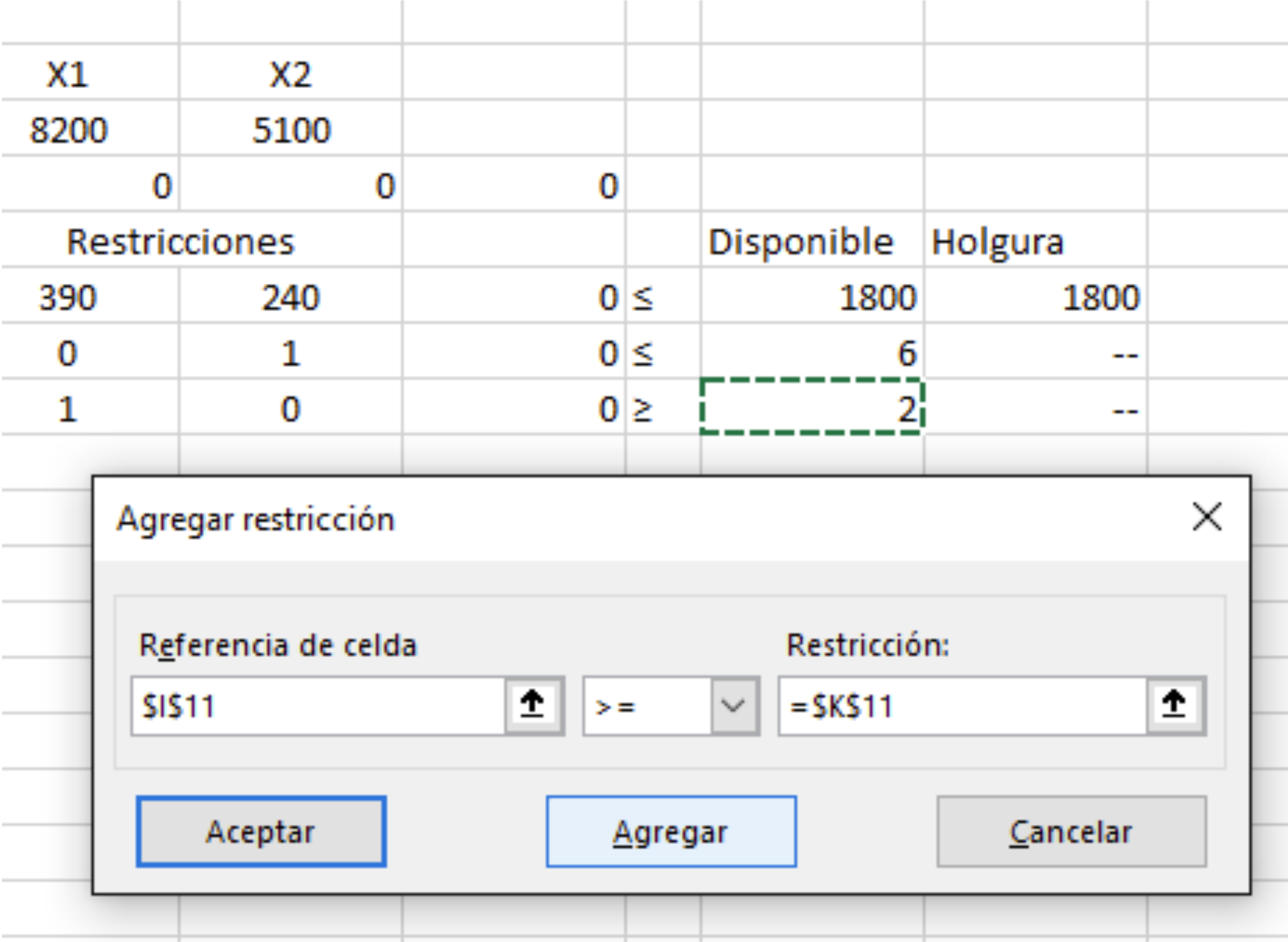
G H I J K L M N O P Q R S
X1 X2
8200 5100
0 0 0
Restricciones
Disponible Holgura
390 240 0 ≤ 1800 1800
0 1 0 ≤ 6 --
1 0 0 ≥ 2 --
Parámetros de Solver
Establecer objetivo:
$I$7
Para:
Máx
Mín
Valor de:
0
Cambiando las celdas de variables:
$G$7:$H$7
Sujeto a las restricciones:
Agregar
Cambiar
Eliminar
Restablecer todo
Cargar/Guardar
Convertir variables sin restricciones en no negativas
Método de resolución:
GRG Nonlinear
Opciones
Método de resolución
Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.
Ayuda
Resolver
Cerrar

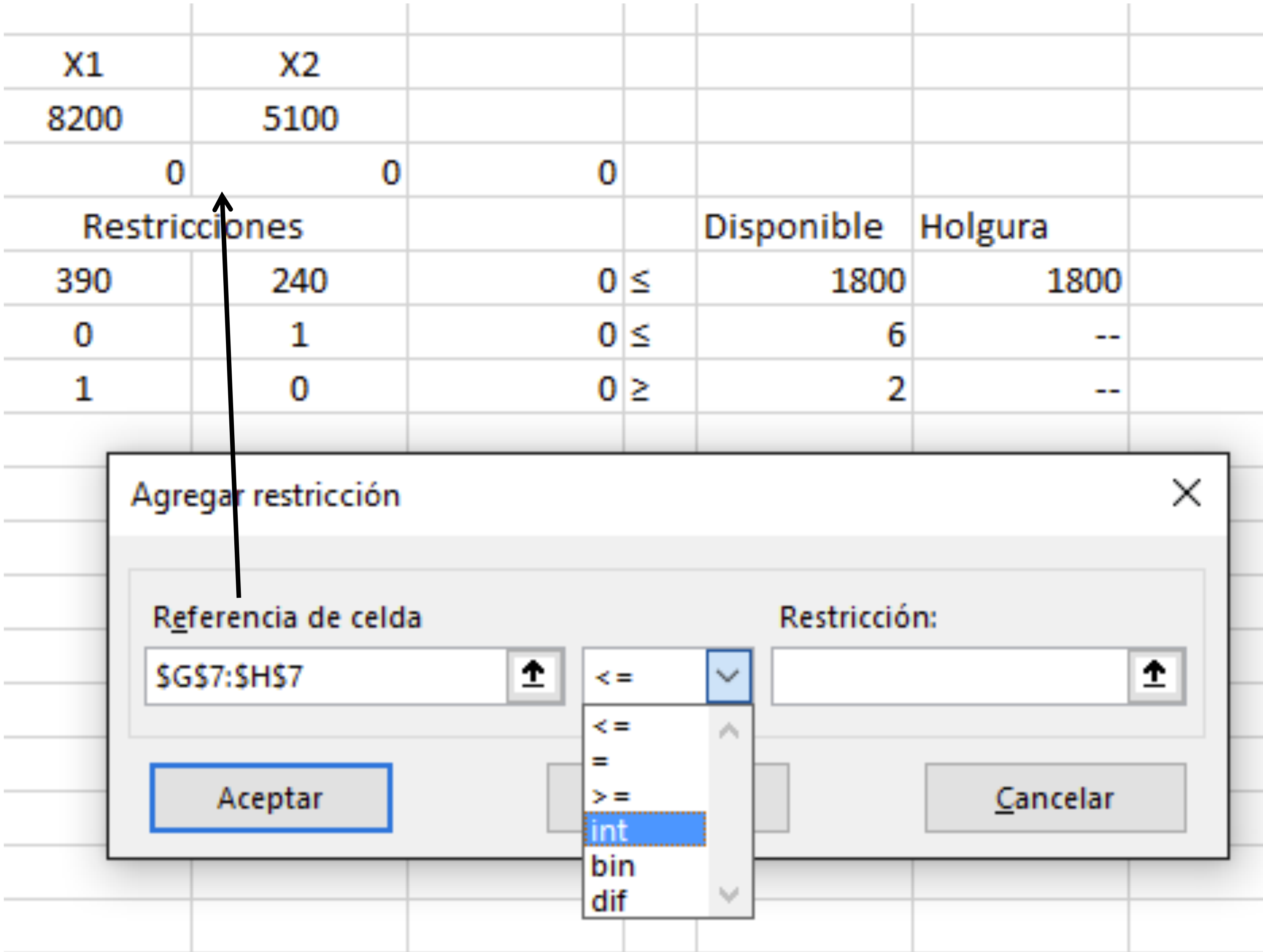

M N O P Q R S
Parámetros de Solver
Establecer objetivo:
$I$7
Para:
Máx
Mín
Valor de:
0
Cambiando las celdas de variables:
$G$7:$H$7
Sujeto a las restricciones:
Agregar
Cambiar
Eliminar
Restablecer todo
Cargar/Guardar
Convertir variables sin restricciones en no negativas
Método de resolución:
GRG Nonlinear
Opciones
Método de resolución
Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.
Ayuda
Resolver
Cerrar

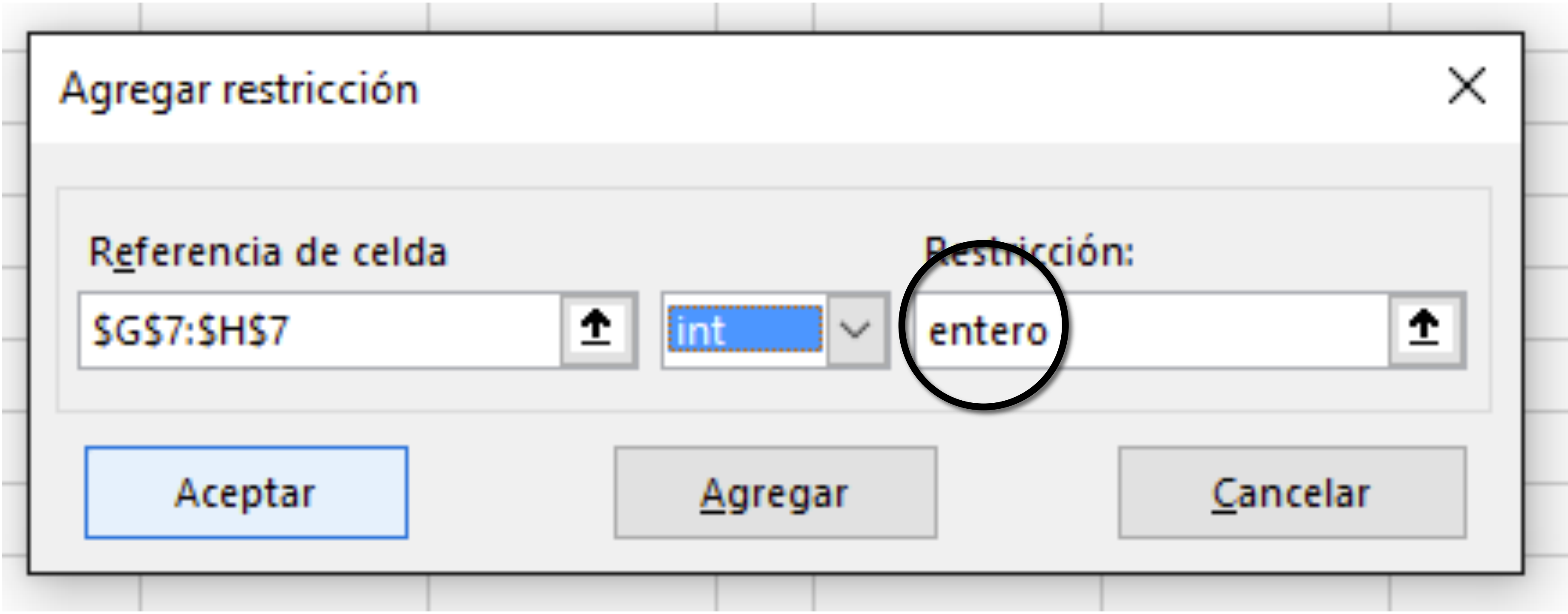

X1
X2
8200
5100
0
0
0
Restricciones
Disponible
Holgura
390
240
0 ≤
1800
1800
0
1
0 ≤
6
--
1
0
0 ≥
2
--
Agregar restricción
Referencia de celda
$I$9:$I$10
<=
Restricción:
=$K$9:$K$10
Aceptar
Agregar
Cancelar

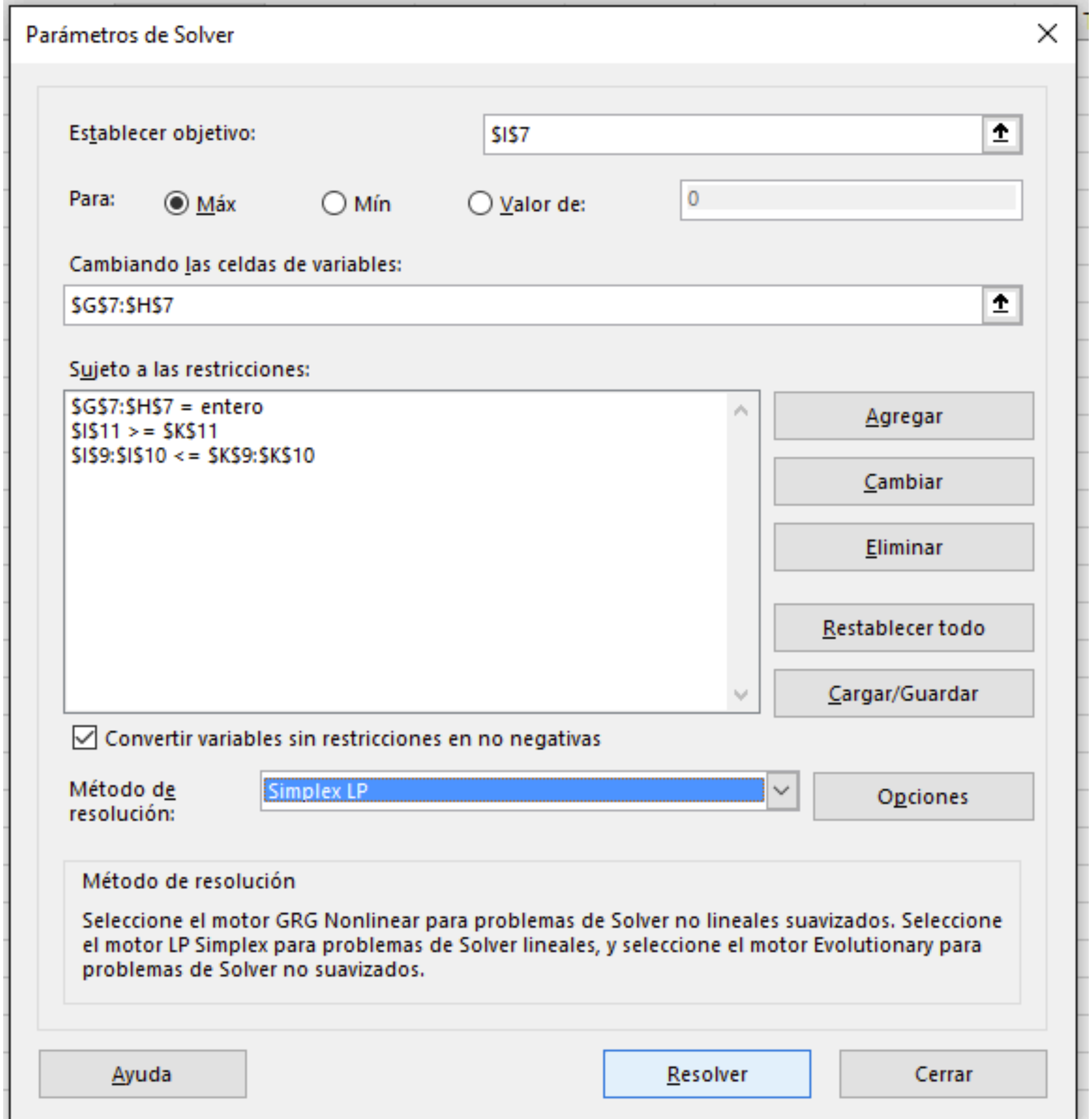

X1
X2
8200
5100
0
0
0
Restricciones
Disponible
Holgura
390
240
0 ≤
1800
1800
0
1
0 ≤
6
--
1
0
0 ≥
2
--
Agregar restricción
Referencia de celda
$I$11
<=
Restricción:
<=
=
>=
int
bin
dif
Aceptar
Cancelar


X1
X2
8200
5100
0
0
0
Restricciones
Disponible
Holgura
390
240
0 ≤
1800
1800
0
1
0 ≤
6
--
1
0
0 ≥
2
--
Agregar restricción
Referencia de celda
Restricción:
$I$11
>=
=$K$11
Aceptar
Agregar
Cancelar

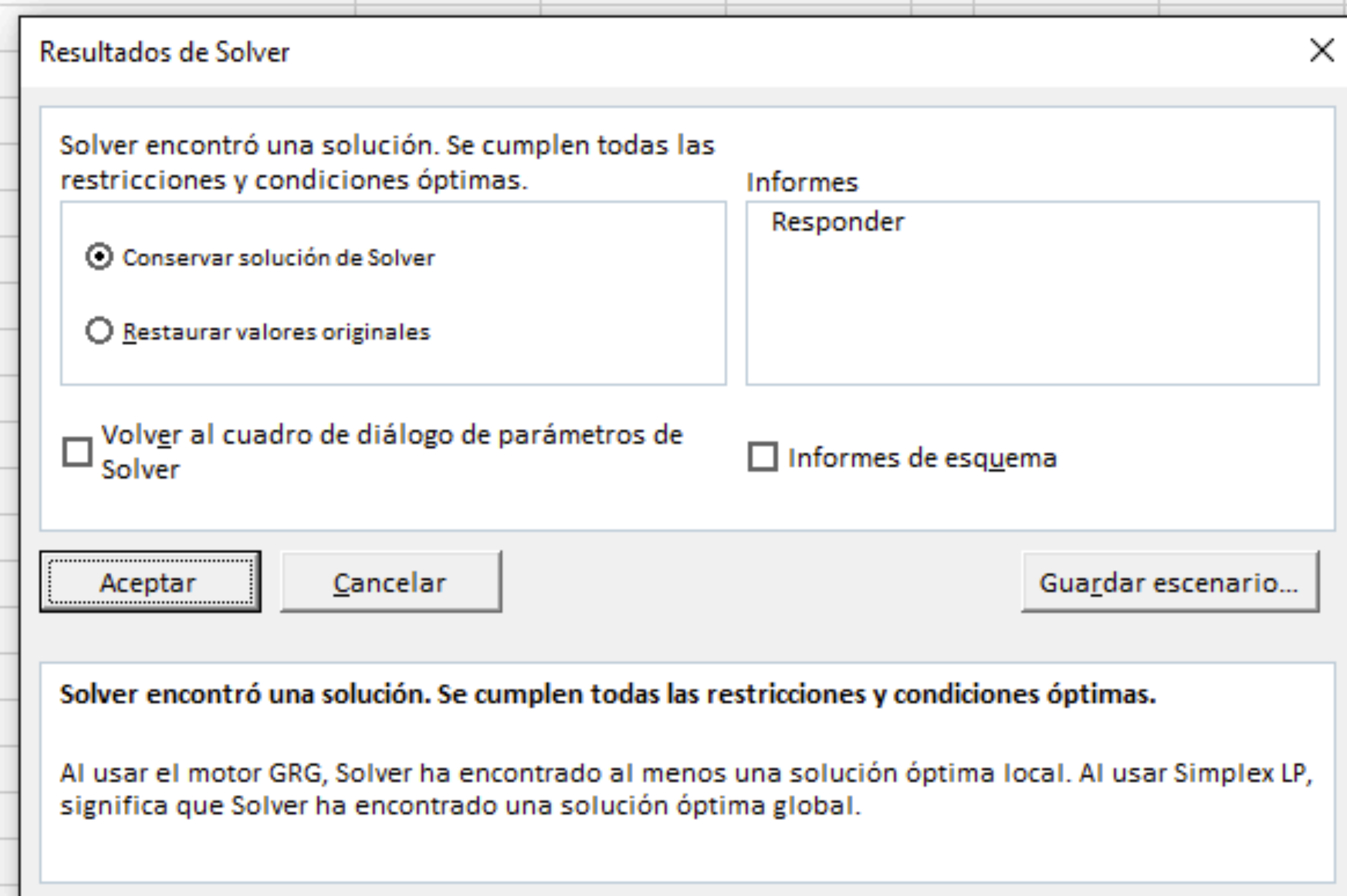

X1
X2
8200
5100
0
0
0
Restricciones
Disponible
Holgura
390
240
0 ≤
1800
1800
0
1
0 ≤
6
--
1
0
0 ≥
2
--
Agregar restricción
Referencia de celda
$I$11
>=
Restricción:
=$K$11
Aceptar
Agregar
Cancelar


X1
X2
8200
5100
0
0
0
Restricciones
Disponible
Holgura
390
240
0 ≤
1800
1800
0
1
0 ≤
6
--
1
0
0 ≥
2
--
Agregar restricción
Referencia de celda
Restricción:
$G$7:$H$7
<=
<=
=
>=
int
bin
dif
Aceptar
Cancelar


Agregar restricción
Referencia de celda
$G$7:$H$7
int
Restricción:
entero
Aceptar
Agregar
Cancelar

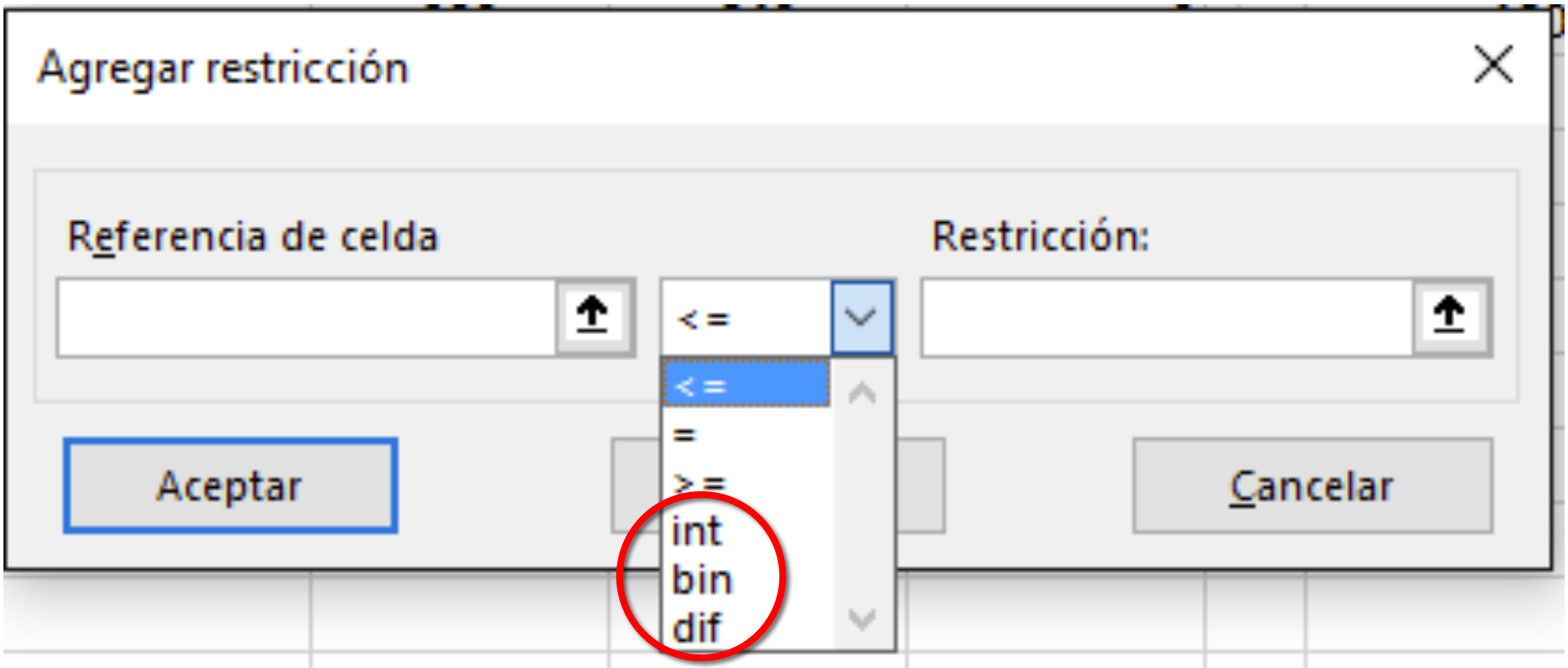

Parámetros de Solver
Establecer objetivo:
$I$7
Para:
Máx
Mín
Valor de:
0
Cambiando las celdas de variables:
$G$7:$H$7
Sujeto a las restricciones:
$G$7:$H$7 = entero
$I$11 >= $K$11
$I$9:$I$10 <= $K$9:$K$10
Agregar
Cambiar
Eliminar
Restablecer todo
Cargar/Guardar
Convertir variables sin restricciones en no negativas
Método de resolución:
Simplex LP
Opciones
Método de resolución
Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.
Ayuda
Resolver
Cerrar

Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	4	1	37900			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	1800	≤	1800	0
Mínimo Máx Audiencia	0	1	1	≤	6	--
Máximo Min Audiencia	1	0	4	≥	2	--



Esta es la solución que maximiza la audiencia, observe que se consumió la totalidad del presupuesto.

Variables	X1	X2				
Coeficiente en F.O	8200	5100				
Cantidades	4	1	37900			
	Restricciones				Disponible	Holgura
Presupuesto	390	240	1800	≤	1800	0
Mínimo Máx Audiencia	0	1	1	≤	6	--
Máximo Min Audiencia	1	0	4	≥	2	--



Observe que para resolver problemas de programación entera binaria sólo debe de indicar que los coeficientes de la F.O. son binarios marcando bin.