

Trabajando con Solver en las Planillas Excel

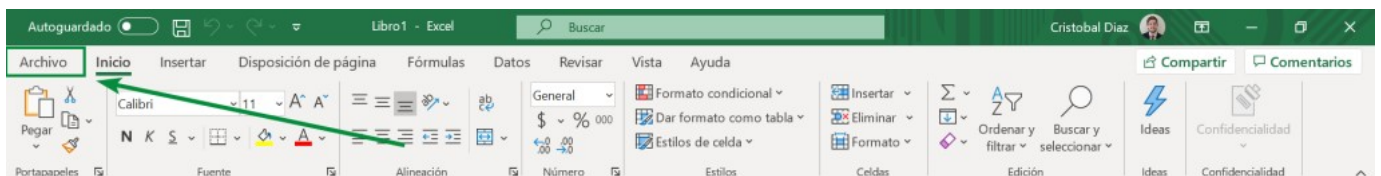
Lo básico

- **Utilidad:** **Solver** nos permite facilitar la toma de decisiones que podamos enfrentar. Un ejemplo es la compra del supermercado, en ella queremos gastar lo mínimo considerando que hay ciertas cosas que no se pueden dejar de lado. ¿Qué elementos escoger? ¿Cómo tomar esta decisión que incluye múltiples consideraciones? Solver te permite resolver este problema a partir de los datos que nosotros introduzcamos en Excel.
- **Componentes**
 - Función objetivo: Medida de desempeño de la decisión. Es lo que mide qué tan bien lo estamos haciendo dado lo que queremos lograr.
 - Parámetros: Números que no dependen de las decisiones que tomemos
 - Variables: Números que corresponden a las decisiones que tomemos, o que se verán afectadas por ellas.
 - Restricciones: Posibles limitaciones que presenta mi decisión.

Activando Solver en Excel

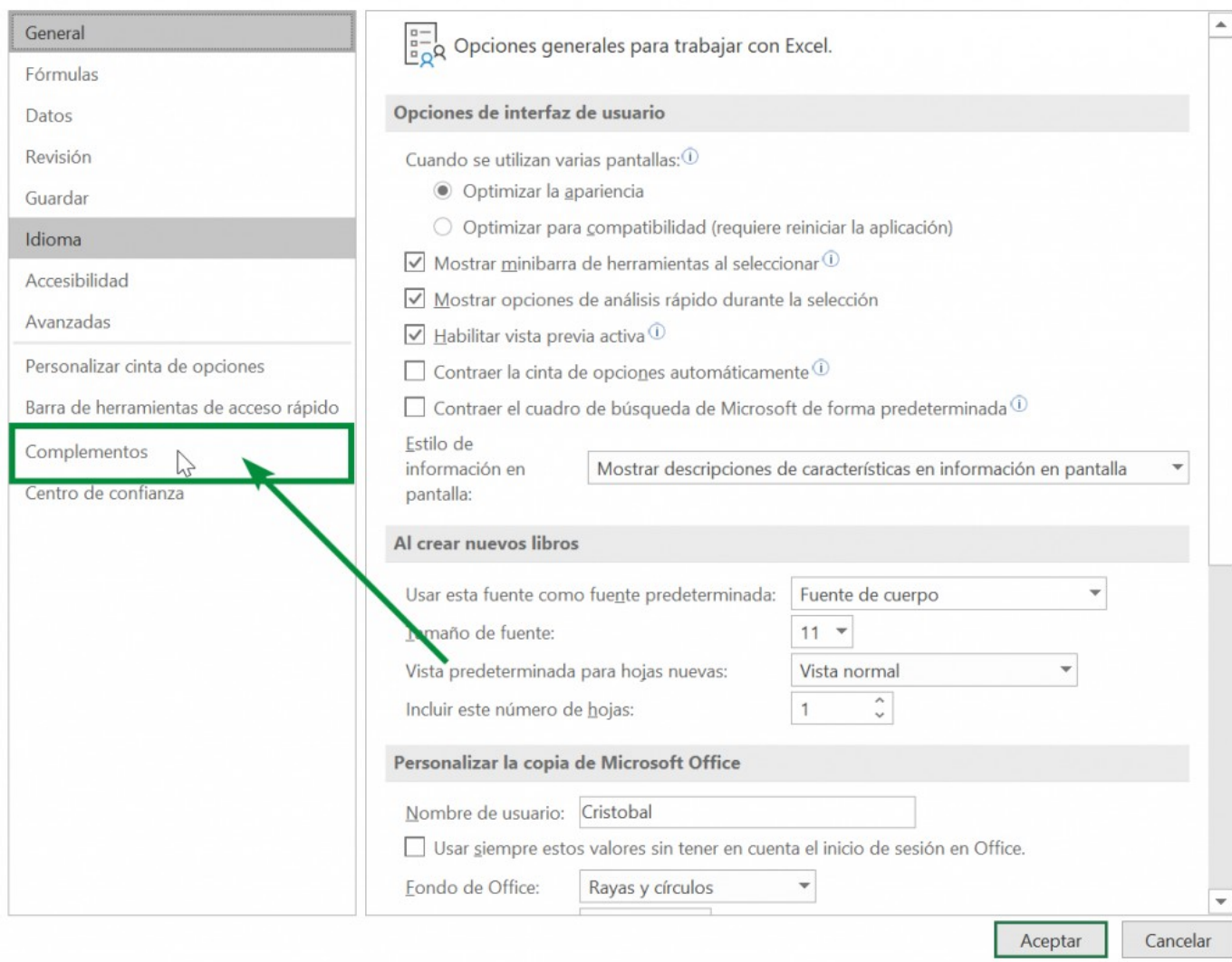
El primer paso al intentar usar la herramienta Solver en Excel es asegurarse de que la tengamos activada, ya que no está en nuestras herramientas por defecto. Para esto hacemos lo siguiente:

Paso 1: Hacemos click en la opción “Archivo” en la barra principal de Excel:

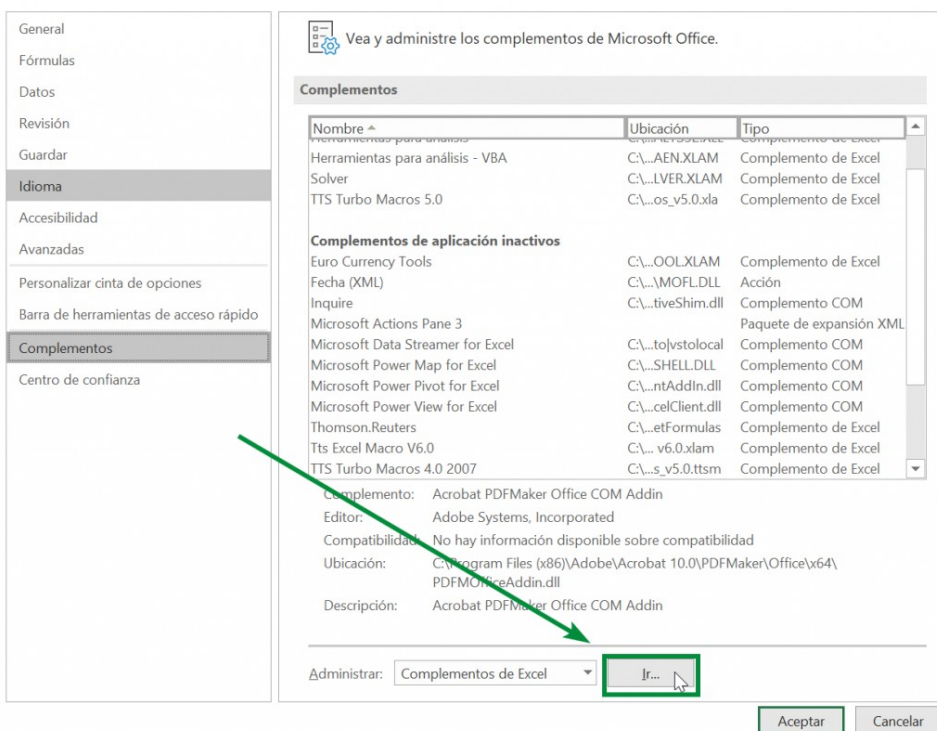


Paso 2: En la barra lateral izquierda hacemos click en “Opciones”.

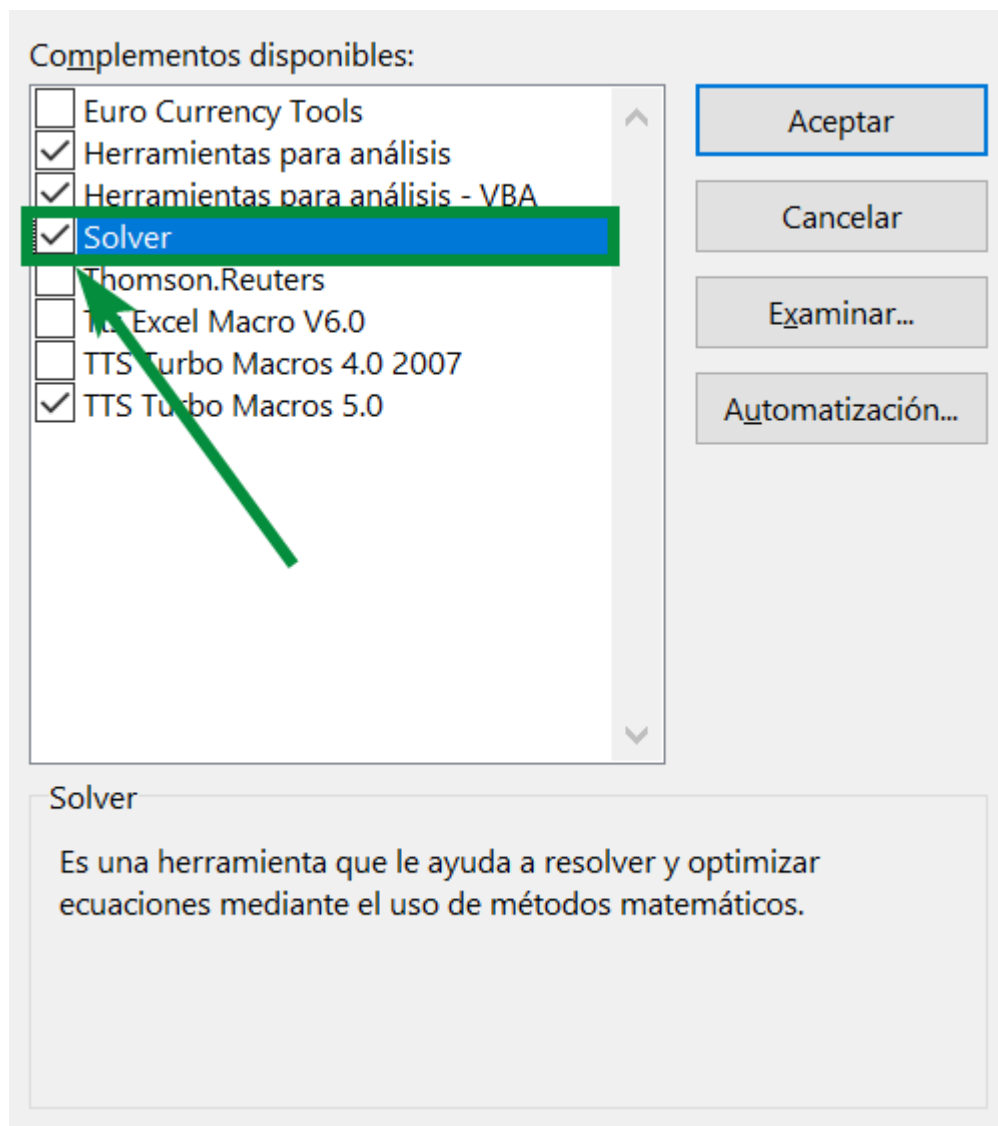
Paso 3: Se abrirá una nueva venta, en la cual tenemos que hacer click en complementos:



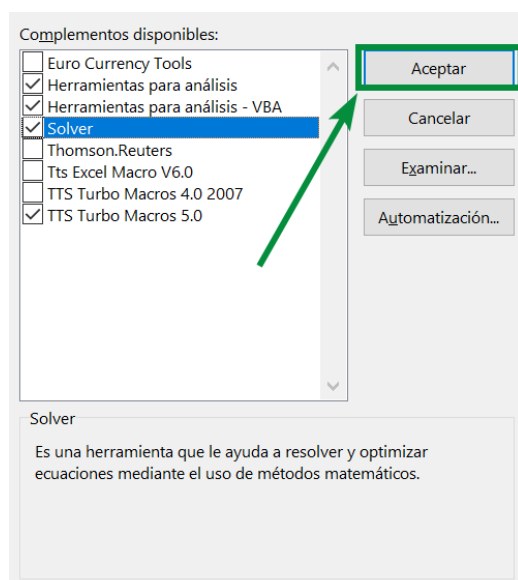
Paso 4: En la ventana de complementos hacemos click en la casilla “Ir”:



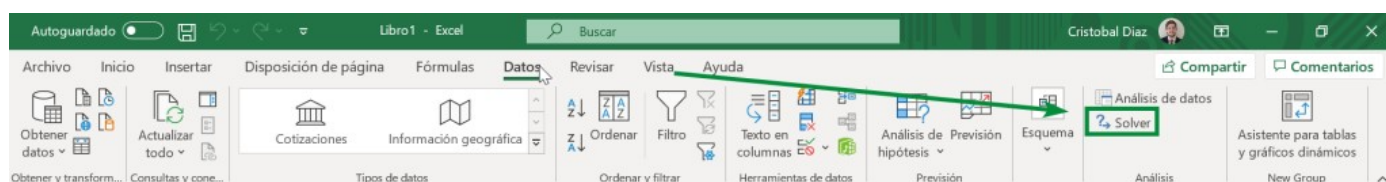
Paso 5: Se abrirá una nueva ventana, en la que debemos asegurarnos de que la opción “Solver” tenga un ticket en la casilla a su izquierda:



Paso 6: En la misma ventana (“Complementos disponibles”) hacemos click en aceptar:



Paso 7: Si es que realizamos todos estos pasos correctamente la herramienta SOLVER debería haber aparecido en la pestaña “Datos” de la barra principal de Excel, en la sección “Análisis”:



Definiendo el problema en Excel para optimizar con Solver

Habiendo activado la herramienta de Excel Solver, solo queda aprender cómo aplicarla. Lo primero que hay que definir es cuál es nuestra función para optimizar, la que correspondería al resultado de nuestras decisiones. En el siguiente ejemplo tenemos una empresa que vende autos:

	A	B	C	D	E	F
1						
2			Parámetros			
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad	
4		Sedán	\$50	\$75	\$25	
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25	
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30	
7						

El problema de decisión que enfrenta la empresa en este caso es obtener la mayor utilidad posible, por lo que además de tener la utilidad por cada tipo de auto es necesario ver cuánto vamos a producir.

Podemos ver en la imagen que la empresa ofrece tres tipos de autos: sedán, camioneta y deportivo. Cada uno de estos tipos tiene un costo de producción y un precio venta al mercado, con lo que podemos calcular la utilidad al vender cada uno:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		
4		Sedán	\$50	\$75	=D4-C4		
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		
7							
8							
9							

Utilidad corresponde a la diferencia entre ingreso menos costo

Estos valores corresponden a los parámetros de nuestro problema en Excel, es decir, números que para propósitos de nuestros cálculos se mantendrán fijos, ya que en este escenario no dependen de las decisiones que tomemos.

Asumamos que en este caso la única decisión que enfrenta nuestra empresa es cuánto producir de cada uno de los tipos de auto:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				Variable
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas
4		Sedán	\$50	\$75	\$25		
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Por ahora va en blanco ya que no hemos tomado ninguna decisión

Para SOLVER estas serán nuestras únicas variables del problema, es decir, lo único que podrá cambiar para optimizar nuestra función.

Las casillas que contengan las variables pueden ir en blanco o contener un número, pero nunca contener una función de Excel, ya que en ese caso no podrán ser ajustadas.

Teniendo ya lo que ganamos por unidad y las unidades que vamos a producir, podemos crear una función que diga el total de utilidad que vamos a tener. Para simplificar este proceso usaremos la función [SUMAPRODUCTO](#):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			Parámetros				Variable		
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas		
4		Sedán	\$50	\$75	\$25				
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25				
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30				
7									
8									
9			Función a optimizar						
10		Utilidad	=SUMAPRODUCTO(E4:E6;G4:G6)						
11									
12									

Utilidad total

Ganancia por unidad

Unidades producidas

Por ahora el resultado que entregará Excel será 0, porque no estamos produciendo ninguna unidad, sin embargo, esto se ajustará cuando introduzcamos el problema en Solver:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				Variable
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas
4		Sedán	\$50	\$75	\$25		
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		
7							
8							
9			Función a optimizar				
10		Utilidad	0				
11							
12							
13							
14							

Resultado temporal dado que nuestras variables son 0

Puedes asegurarte de que la función esté correctamente introducida poniendo números a las variables y viendo que los cambios en el resultado de la función a optimizar sean correctos.

Este resultado va a medir qué tan bien lo está haciendo nuestra empresa, por lo que nos gustaría optimizarla, lo que en este caso es hacer que la utilidad sea lo más grande posible. Esto significa que queremos **maximizar** la función.

Dado como está definido nuestro problema de decisión actualmente, nuestra función no tiene máximo, ya que, por ejemplo, podría poner un millón de camionetas y no hay nada que lo evite. Aquí es donde importan nuestras restricciones, ya que simulan las diferentes barreras que tenemos en nuestra producción.

Para el caso de nuestra empresa de autos, asumamos que existen dos restricciones: que tenemos un presupuesto de \$5.000 para gastar en producir y que podemos guardar un máximo de 30 autos en nuestra bodega, por lo que somos incapaces de producir más:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3			Parámetros				Variable	
4		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas	
5		Sedán	\$50	\$75	\$25			
6		Camioneta	\$75	\$100	\$25			
7		Deportivo	\$200	\$230	\$30			
8								
9			Función a optimizar					
10		Utilidad	0					
11								
12			Restricciones					
13		Presupuesto		≤	\$5.000			Restricción 1: Máximo que puedo gastar
13		Bodegaje		≤	30			Restricción 2: Máximo que puedo producir

Podemos ver que la columna derecha de la tabla “Restricciones” muestra el máximo de recursos de cada tipo que tenemos, dados por los parámetros \$5.000 y 30. Ahora faltaría ver los recursos que estamos usando actualmente.

Para la restricción de “Presupuesto” usamos la función SUMAPRODUCTO para ver cuánto estamos gastando actualmente:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				Variable
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas
4		Sedán	\$50	\$75	\$25		
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		
7							
8			Función a optimizar				
9		Utilidad	0				
10							
11			Restricciones				
12		Presupuesto	=SUMAPRODUCTO(C4:C6;G4:G6)		\$5.000		
13		Bodegaje		≤	30		
14							
15							
16							
17							

Unidades que produzco multiplicado por lo que me cuesta producirlas

Para la restricción de bodegaje utilizamos la función SUMA para obtener el total de unidades producidas:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				Variable
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas
4		Sedán	\$50	\$75	\$25		
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		
7							
8			Función a optimizar				
9		Utilidad	0				
10							
11			Restricciones				
12		Presupuesto	\$0	≤	\$5.000		
13		Bodegaje	=SUMA(G4:G6)	≤	30		
14							
15							
16							

Total de unidades que produzco

Ahora ya estamos listos para pasar nuestro problema a la herramienta Solver.

Traspassando nuestro problema de decisión a Solver

Paso 1: Para pasar nuestro problema de Excel a Solver primero debemos abrir la herramienta. Como ya mencionamos, esta se encuentra en la pestaña “Datos” de la barra principal de Excel, en la sección “Análisis”. Al hacer click en el botón se abrirá la siguiente ventana:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

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

Paso 2: Lo siguiente es indicar nuestro objetivo, que corresponde a la función que queremos optimizar. En este caso corresponde a la utilidad total, por lo que apretamos botón con la flecha e indicamos a Solver la casilla C9, que es donde se ubica nuestra función:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

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.

Paso 3: Ahora debemos asegurarnos de que la opción “Para” tenga seleccionado lo que estamos buscando. Aquí podemos indicarle a Solver que maximice la función, la minimice o haga que tome un valor determinado. Dado que estamos buscando maximizar la utilidad, nos aseguramos de que la opción indique “Máx”:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

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:

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

Paso 4: El siguiente paso es indicarle a Solver las variables de decisión. En este caso mis variables son cuánto produzco de cada tipo de auto, por lo que indico a Solver el rango G4:G6:

Al seleccionar las variables puedo mantener apretado la tecla “Ctrl” para seleccionar rangos de variables que estén separados. También puedo escribir los rangos usando un “;” para indicar que están separados.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

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

Paso 5: Corresponde ahora introducir las restricciones de nuestro problema a Solver. Para esto apretamos el botón que dice “Agregar”, que se encuentra a la derecha del cuadro “Sujeto a las restricciones”:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

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:

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

Paso 6: Apretar el botón “Agregar” abrirá una nueva ventana llamada “Agregar restricción”. En esta ventana tenemos tres elementos: una referencia a la celda que contiene los recursos que estamos usando actualmente, la relación que tiene esa celda con la restricción y una referencia a la celda que contiene el parámetro de nuestra restricción:

Paso 7: La primera restricción que introduciremos en Solver es la de nuestro presupuesto limitado. En este caso la celda C12 irá a la izquierda, ya que corresponde a la celda que contiene a función SUMAPRODUCTO que describe los recursos que estamos usando:

Producto	Costo de producción	Precio de venta
Sedán	\$50	\$75
Camioneta	\$75	\$100
Deportivo	\$200	\$230

Función a optimizar
Utilidad

Restricciones
Presupuesto
Bodegaje

Luego a la derecha colocamos la celda E12, que es la que contiene el parámetro de \$5.000, nuestro presupuesto máximo. Finalmente nos aseguramos de que la relación entre las variables sea la correcta, en este caso es menor o igual:

Paso 8: Teniendo la restricción lista, apretamos el botón “Agregar” para que sea introducida en Solver, lo que hará que se vacíen las casillas para permitarnos ingresar otra restricción:

Parámetros	
Producto	Costo de producción
Sedán	\$50
Camioneta	\$75
Deportivo	\$200

Precio de venta	
Producto	Precio de venta
Sedán	\$75
Camioneta	\$100
Deportivo	\$230

Utilidad	
Producto	Utilidad
Sedán	\$25
Camioneta	\$25
Deportivo	\$30

Variable	
Unidades producidas	
	0,0
	0,0
	0,0

Función a optimizar	
Utilidad	
	0,0

Restricciones	
Presupuesto	0 ≤
Bodegaje	0 ≤

Agregar restricción

Referencia de celda:

Restricción:

Celda que selecciono

Agregar restricción

Referencia de celda:

Restricción:

Agregar restricción

Referencia de celda:

Restricción:

Paso 9: Ahora hacemos lo mismo con la segunda restricción, indicando en la casilla de la derecha la celda C13, que contiene el total de unidades producidas, y en la de la izquierda a E13, que contiene el máximo que puedo almacenar:

Agregar restricción

Unidades producidas

Referencia de celda

Máximo bodegaje

Restricción:

Paso 10: No quedan más restricciones que ingresar así que hacemos click en aceptar, lo que nos lleva a la ventana principal de Solver:

Agregar restricción

Si las restricciones fueron ingresadas correctamente en Solver deberían aparecer en el cuadrado blanco debajo de “Sujeto a las restricciones”:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

\$C\$12 <= \$E\$12

\$C\$13 <= \$E\$13

Agregar

Cambiar

Eliminar

Restablecer todo

Cargar/Guardar

☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

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

Paso 11: Dado que nuestras variables no pueden ser negativas, debemos asegurarnos de que la opción en Solver esté chequeada:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: 

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables: 

Sujeto a las restricciones:

\$C\$12 <= \$E\$12

\$C\$13 <= \$E\$13

Agregar

Cambiar

Eliminar

Restablecer todo

Cargar/Guardar

☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:  

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

Paso 12: Ahora ya podemos correr Solver, por lo que apretamos el botón “Resolver”:

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: 

Para: ☒ Máx ☐ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables: 

Sujeto a las restricciones:

\$C\$12 <= \$E\$12

\$C\$13 <= \$E\$13

↑

↓

Agregar

Cambiar

Eliminar

Restablecer todo

Cargar/Guardar

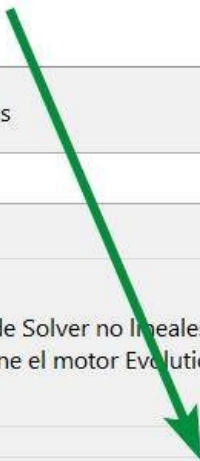
☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:  

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

Volviendo ahora al libro de Excel, vemos que Solver asignó números a nuestras variables, lo que nos entrega un resultado óptimo. Sin embargo, tenemos un problema porque Solver no sabe que las variables son autos, por lo que nos entrega números en decimales:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				Variable
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas
4		Sedán	\$50	\$75	\$25		6,7
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		0
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		23,3
7							
8			Función a optimizar				
9		Utilidad	866,7				
10							
11			Restricciones				
12		Presupuesto	5000 ≤		\$5.000		
13		Bodegaje	30 ≤		30		



Unidades en decimales

Unidades en decimales

Para resolver esto volvemos a la ventana de Solver y agregamos una nueva restricción, indicando el rango donde se encuentren nuestras variables y la relación “int” (la palabra entero aparecerá automáticamente):

Agregar restricción

Referencia de celda

\$G\$4:\$G\$6

Restricción:

int

entero

Aceptar

Agregar

Cancelar

Esta restringe que las variables, que se encuentran en el rango G4:G6, sean números enteros.

Nuestro óptimo ahora está dado por números enteros:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Parámetros				Variable
3		Producto	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad		Unidades producidas
4		Sedán	\$50	\$75	\$25		7,0
5		Camioneta	\$75	\$100	\$25		0
6		Deportivo	\$200	\$230	\$30		23,0
7							
8			Función a optimizar				
9		Utilidad	865,0				
10							
11			Restricciones				
12		Presupuesto	4950 ≤		\$5.000		
13		Bodegaje	30 ≤		30		

La herramienta Solver no se actualiza automáticamente como una función tradicional de Excel, por lo que cada vez que hagamos cambios en restricciones o parámetros debemos volver a correrla para obtener un nuevo óptimo.

Preguntas Frecuentes

¿Para qué sirve SOLVER?

Usa Solver para encontrar un valor óptimo (mínimo o máximo) para una fórmula en una celda, la celda objetivo, que está sujeta a restricciones o limitaciones en los valores de otras celdas de fórmula de una hoja de cálculo. Solver trabaja con un grupo de celdas llamadas celdas de variables de decisión o, simplemente, celdas de variables que se usan para calcular fórmulas en las celdas objetivo y de restricción.

¿Qué es la función SOLVER?

El complemento Solver es un programa de Microsoft Office Excel complemento que está disponible cuando instala Microsoft Office o Excel.