

HOJA DE CÁLCULO

La Hoja de cálculo es una herramienta muy útil para el análisis de datos experimentales y su representación gráfica.

En este documento se dan instrucciones para la correcta representación de datos experimentales mediante una hoja de cálculo, incluyendo las barras de error, y también se muestra la forma de realizar estimaciones lineales de datos experimentales.

Ambos conceptos se explican tanto para la hoja de cálculo *calc* de *OpenOffice* que se puede descargar gratuitamente de <http://es.openoffice.org/>, como para la hoja de cálculo *Excel* de *Microsoft*.

AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS EN LA HOJA DE CÁLCULO *CALC* DE *OPENOFFICE*

Para realizar un ajuste lineal de una serie de datos experimentales, mediante la hoja de cálculo *Calc* de *OpenOffice*, los pasos a seguir son los siguientes:

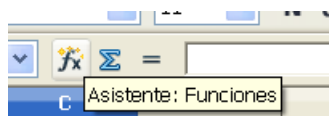
1. Crear una tabla con los datos experimentales. Por ejemplo, para el cálculo del coeficiente de restitución de una pelota rebotando en el suelo, la tabla podría ser la siguiente:

	A	B	C	D
1				
2		<u>n</u>	<u>h (m)</u>	<u>ln (h/h₀)</u>
3		0	5,000	0,0000
4		1	3,698	-0,3016
5		2	2,735	-0,6033
6		3	2,023	-0,9049
7		4	1,496	-1,2066

En esta tabla, aparece en la primera columna el número de bote ($n=0$ se corresponde con la altura inicial), en la segunda la altura alcanzada por la pelota, y en la tercera el logaritmo neperiano del cociente entre la altura alcanzada en el bote y la altura inicial.

2. A continuación sitúa el ratón en una celda libre en la hoja de cálculo:

	A	B	C	D
1				
2		<u>n</u>	<u>h (m)</u>	<u>ln (h/h₀)</u>
3		0	5,000	0,0000
4		1	3,698	-0,3016
5		2	2,735	-0,6033
6		3	2,023	-0,9049
7		4	1,496	-1,2066
8				
9				



3. Pulsa el botón **Asistente: Funciones** para comenzar el asistente de funciones. Dentro del asistente, en la categoría **Matriz**, selecciona la función **ESTIMACIÓN.LINEAL**. Pulsa el botón **Siguiente >>**.

Asistente de función

Funciones Estructura

Categoría: Matriz

Función:

- CRECIMIENTO
- ESTIMACIÓN.LINEAL**
- ESTIMACIÓN.LOGARÍTMICA
- FRECUENCIA
- MDETERM
- MINVERSA
- MMULT
- MUNITARIA
- SUMA.PRODUCTO
- SUMAX2MASY2
- SUMAX2MENOSY2
- SUMAXMENOSY2
- TENDENCIA
- TRANSPONER

☐ Arreglo

ESTIMACIÓN.LINEAL

ESTIMACIÓN.LINEAL(Datos_Y; Datos_X; tipo_lineal; estadística)

Devuelve la recta que mejor se ajusta a sus datos y devuelve una matriz que describe dicha recta.

Resultado de función: Err:520

Formula: =

Ayuda Cancelar << Anterior Siguiente >> Aceptar

4. A continuación, selecciona en la casilla **Datos_y** la columna D3:D7 donde aparece $\ln(h/h_0)$. En la casilla **Datos_x** la columna B3:B7 donde aparece el número de bote n . Para las variables **tipo_lineal** y **estadística**, asigna el valor 1. Pulsa **Aceptar**.

Asistente de función

Funciones Estructura

Categoría: Matriz

Función:

- CRECIMIENTO
- ESTIMACIÓN.LINEAL**
- ESTIMACIÓN.LOGARÍTMICA
- FRECUENCIA
- MDETERM
- MINVERSA
- MMULT
- MUNITARIA
- SUMA.PRODUCTO
- SUMAX2MASY2
- SUMAX2MENOSY2
- SUMAXMENOSY2
- TENDENCIA
- TRANSPONER

☒ Arreglo

ESTIMACIÓN.LINEAL

Devuelve la recta que mejor se ajusta a sus datos y devuelve una matriz que describe dicha recta.

estadística (opcional)

es un valor lógico que especifica si se han de devolver estadísticas de regresión adicionales.

Datos_Y: D3:D7

Datos_X: B3:B7

tipo_lineal: 1

estadística: 1

Resultado de función: -0,3

Formula: =ESTIMACIÓN.LINEAL(D3:D7;B3:B7;1;1)

Ayuda Cancelar << Anterior Siguiente >> Aceptar

5. En las casillas C9:D13, te aparecerá el resultado del ajuste lineal:

	A	B	C	D
1				
2		<u>n</u>	<u>h (m)</u>	<u>ln (h/h₀)</u>
3		0	5,000	0,0000
4		1	3,698	-0,3016
5		2	2,735	-0,6033
6		3	2,023	-0,9049
7		4	1,496	-1,2066
8				
9			-0,3016	9,00E-06
10			1,85E-05	4,52E-05
11			1	5,83E-05
12			2,67E+08	3,0000
13			0,9099	0,0000
14				

Las casillas que tienen interés para nosotros son las C9, C10, C11, D9 y D10, cuyo significado es:

C9 → Pendiente de la recta.

C10 → Error en la pendiente de la recta.

D9 → Ordenada en el origen.

D10 → Error en la ordenada en el origen.

C11 → Coeficiente de correlación al cuadrado, ρ^2 .

AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS EN LA HOJA DE CÁLCULO *MS OFFICE*

Para realizar un ajuste lineal de una serie de datos experimentales, mediante la hoja de cálculo *Excel*, los pasos a seguir son los siguientes:

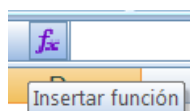
1. Crear una tabla con los datos experimentales. Por ejemplo, para el cálculo del coeficiente de restitución de una pelota rebotando en el suelo, la tabla podría ser la siguiente:

	A	B	C	D
1				
2		<u>n</u>	<u>h (m)</u>	<u>ln (h/h₀)</u>
3		0	5,000	0
4		1	3,698	-0,30164578
5		2	2,735	-0,60329156
6		3	2,023	-0,90493734
7		4	1,496	-1,20658312

En esta tabla, aparece en la primera columna el número de bote ($n=0$ se corresponde con la altura inicial), en la segunda la altura alcanzada por la pelota, y en la tercera el logaritmo neperiano del cociente entre la altura alcanzada en el bote y la altura inicial.

2. A continuación se seleccionan 6 celdas libres en la hoja de cálculo (3 filas × 2 columnas):

	A	B	C	D
1				
2		n	h (m)	$\ln(h/h_0)$
3		0	5,000	0
4		1	3,698	-0,30164578
5		2	2,735	-0,60329156
6		3	2,023	-0,90493734
7		4	1,496	-1,20658312
8				
9				
10				
11				
12				



3. Pulsa el botón Insertar función para comenzar el asistente de funciones. Dentro del asistente, en la categoría Estadísticas, selecciona la función ESTIMACION.LINEAL. Pulsa el botón Aceptar.

Insertar función

Buscar una función:

Escriba una breve descripción de lo que desea hacer y, a continuación, haga clic en Ir

O seleccionar una categoría: Estadísticas

Seleccionar una función:

DISTR.T
DISTR.T.INV
ERROR.TIPICO.XY
ESTIMACION.LINEAL
ESTIMACION.LOGARITMICA
FISHER
FRECUENCIA

ESTIMACION.LINEAL(conocido_y;conocido_x;constante;estadística)
Devuelve estadísticas que describen una tendencia lineal que coincide con puntos de datos conocidos, mediante una línea recta usando el método de los mínimos cuadrados.

[Ayuda sobre esta función](#)

Aceptar Cancelar

4. A continuación, selecciona en la casilla Conocido_y la columna D3:D7 donde aparece $\ln(h/h_0)$. En la casilla Conocido_x la columna B3:B7 donde aparece el número de bote n . Para las variables Constante y Estadística, asigna el valor 1. Pulsa Aceptar.

Argumentos de función

ESTIMACION.LINEAL

Conocido_y: D3:D7 = {0\ -0,301645779469167\ -0,603291558938...}

Conocido_x: B3:B7 = {0\ 1\ 2\ 3\ 4}

Constante: 1 = VERDADERO

Estadística: 1 = VERDADERO

= {-0,301645779469167; -1,11022302462516E-}

Devuelve estadísticas que describen una tendencia lineal que coincide con puntos de datos conocidos, mediante una línea recta usando el método de los mínimos cuadrados.

Estadística es un valor lógico: para que devuelva estadísticas de regresión adicionales = VERDADERO; para que devuelva coeficientes m y la constante b = FALSO u omitida.

Resultado de la fórmula = -0,301645779

[Ayuda sobre esta función](#)

Aceptar Cancelar

5. Ahora, haz clic con el cursor en la Barra de fórmulas, junto a la fórmula introducida. Después pulsa simultáneamente las teclas Ctrl+Mayúsculas+Entrar.

ESTIMACION.LINEAL =ESTIMACION.LINEAL(D3:D7;B3:B7;1;1)

	A	B	C	D	E	F	G
1							

6. En las casillas C10:D12 que habíamos seleccionado anteriormente, te aparecerá el resultado del ajuste lineal:

	A	B	C	D
1				
2		<i>n</i>	<i>h</i> (m)	<i>ln (h/h₀)</i>
3		0	5,000	0
4		1	3,698	-0,30164578
5		2	2,735	-0,60329156
6		3	2,023	-0,90493734
7		4	1,496	-1,20658312
8				
9				
10			-0,30164578	-1,1102E-16
11			3,6506E-17	8,9422E-17
12			1	1,1544E-16

Las casillas que tienen interés para nosotros son las C10, C11, C12, D10 y D11, cuyo significado es:

C10 → Pendiente de la recta.

C11 → Error en la pendiente de la recta.

D10 → Ordenada en el origen.

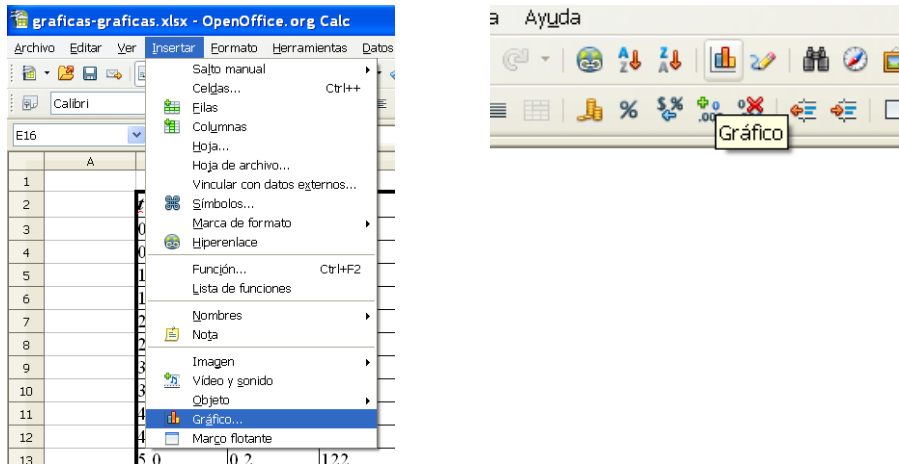
D11 → Error en la ordenada en el origen.

C12 → Coeficiente de correlación al cuadrado, ρ^2 .

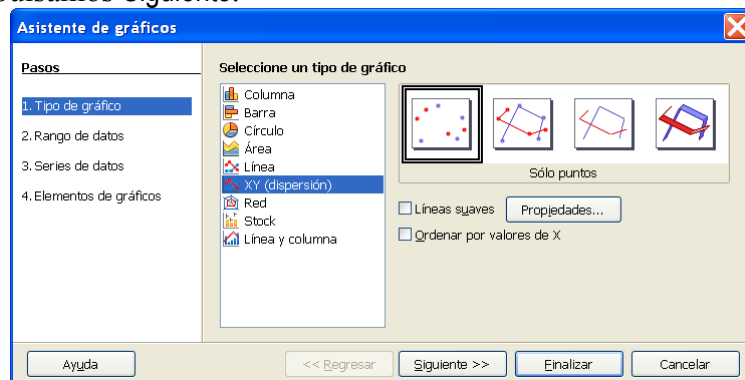
REPRESENTACIONES GRÁFICAS CON LA HOJA DE CÁLCULO *CALC* DE *OPENOFFICE.ORG*

Veamos como realizar una representación gráfica, con sus correspondientes barras de error mediante la hoja de cálculo *Calc* de *Openoffice.org*. Supongamos que hemos medido la distancia recorrida por un cuerpo, $X(m)$, como función del tiempo, $t(s)$, con sus correspondientes errores. Una vez introducidos los datos en la hoja de cálculo, para realizar la representación gráfica, los pasos a seguir son los siguientes:

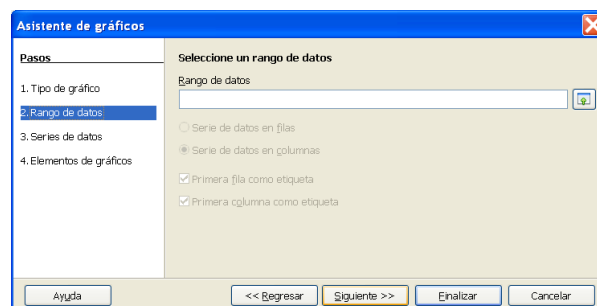
En primer lugar, vamos a la opción Gráfico del menú Insertar, o pulsamos el botón Gráfico de la barra de herramientas



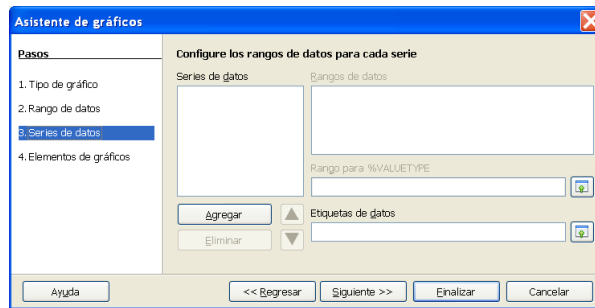
Nos aparecerá el Asistente de gráficos. En el paso 1. Tipo de gráfico, seleccionamos XY (dispersión), y pulsamos Siguiente.



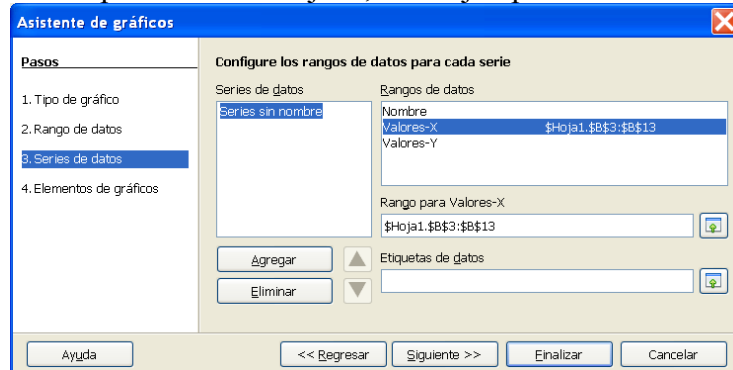
En el paso 2. Rango de datos, pulsamos el botón Siguiente, sin introducir nada:



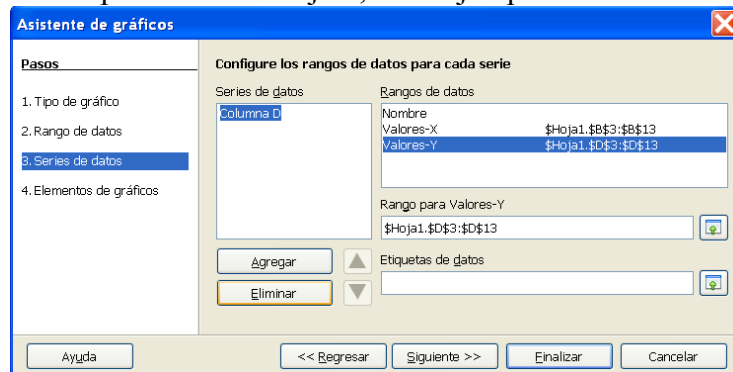
En el paso 3. Serie de datos, pulsamos el botón Agregar.



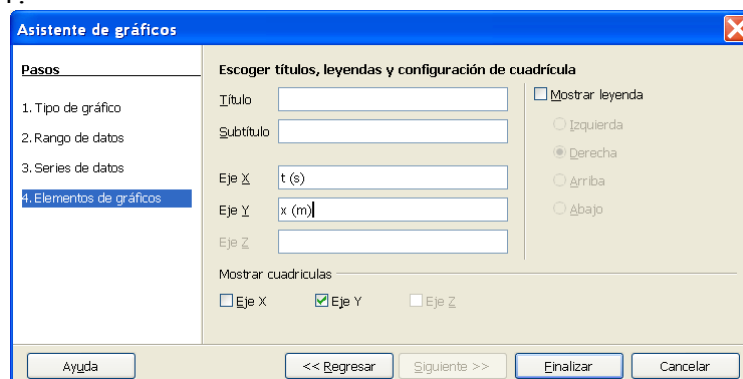
Seleccionamos en primer lugar Valores-X, e introducimos las celdas donde aparecen los valores que vamos a representar en el eje X, en el ejemplo las celdas B3:B13.



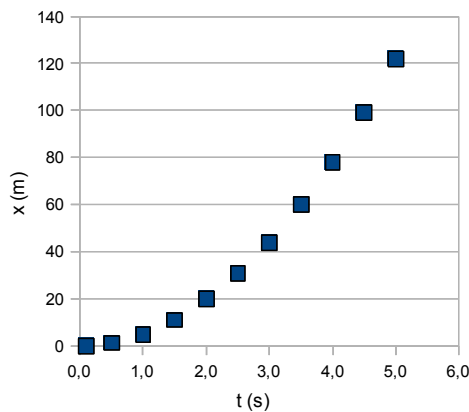
Seleccionamos ahora lugar Valores-Y, e introducimos las celdas donde aparecen los valores que vamos a representar en el eje Y, en el ejemplo las celdas D3:D13.



Finalmente, en el paso 4. Elementos de gráficos, podemos introducir los títulos de los ejes, el título del gráfico, etc. En el ejemplo, se ha introducido t (s) como título del Eje X, y x (m) para el Eje Y.

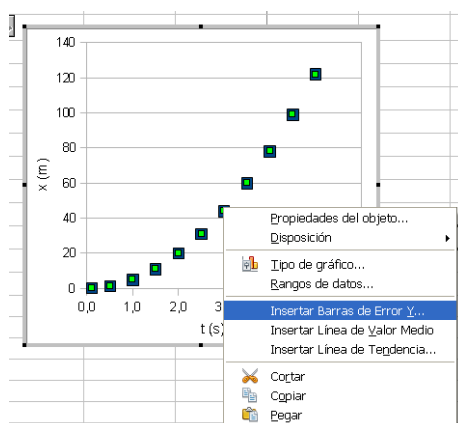


De esta forma, ya tendremos el gráfico, tal y como se muestra en la figura siguiente:



Barras de error:

Normalmente, es necesario incluir las barras de error en los gráficos. Para ello, seleccionamos con el ratón los puntos de la gráfica, y pulsamos el botón derecho del ratón. Seleccionamos la opción Insertar Barras de Error Y...



En la pestaña Barras de error Y de la ventana Indicador de errores que aparece, seleccionamos Categoría de error/Rango de celda. En la parte inferior denominada Parámetros, se selecciona el error en el eje Y , dos veces: Positivo (+) y Negativo (-), una para representar las barras de error por la parte de arriba del punto, y la otra para la parte de abajo.

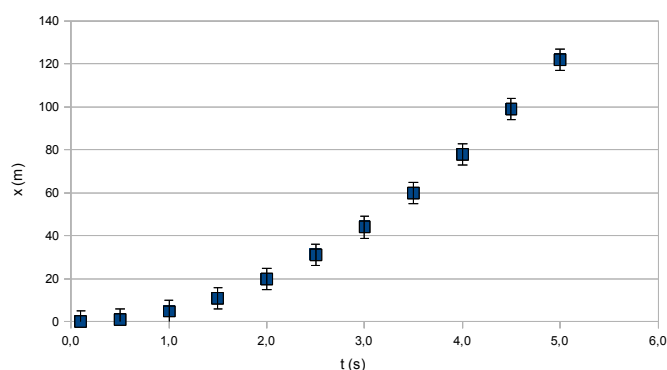
The 'Indicador de errores' dialog box is shown with the 'Barras de error Y' tab selected. The 'Categoría de error' section has 'Rango de celda' selected. The 'Indicador de errores' section has 'Positivo y Negativo' selected. The 'Parámetros' section shows the following settings:

- Positivo (+): $\$Hoja1.\$E\$3:\$E\$13$
- Negativo (-): $\$Hoja1.\$E\$3:\$E\$13$
- ☐ El mismo valor para ambos

Buttons at the bottom: Aceptar, Cancelar, Ayuda, Restablecer.

En el ejemplo, los errores de la magnitud representada en el eje Y se encuentran en las celdas E3:E13.

De esta forma, obtendremos el gráfico, con las barras de error en el eje Y , pero no en el eje X :

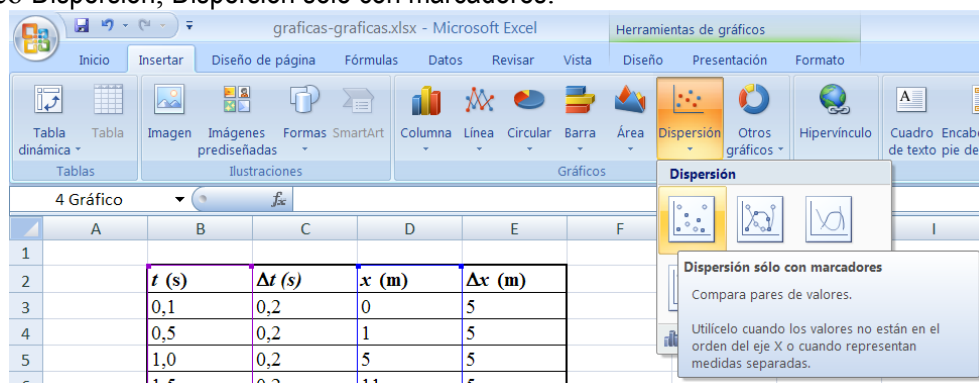


Desafortunadamente, en la versión actual de *openoffice* (versión 3.2.1) no es posible introducir barras de error en el eje X .

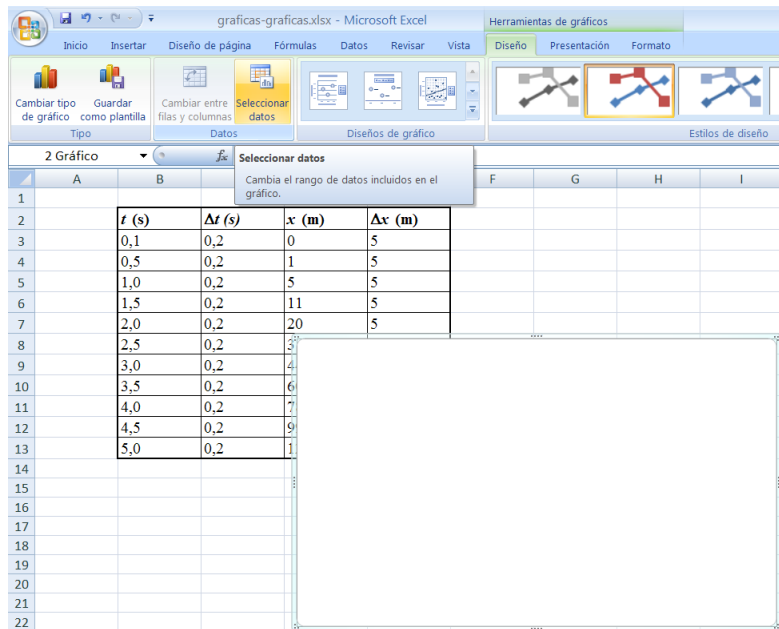
REPRESENTACIONES GRÁFICAS CON EXCEL

Veamos como realizar una representación gráfica, con sus correspondientes barras de error mediante la hoja de cálculo *Excel*. Supongamos que hemos medido la distancia recorrida por un cuerpo, $x(m)$, como función del tiempo, $t(s)$, con sus correspondientes errores. Una vez introducidos los datos en la hoja de cálculo, para realizar la representación gráfica, los pasos a seguir son los siguientes:

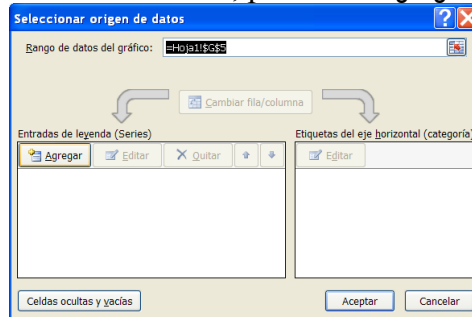
En la pestaña Insertar, dentro de las opciones de Gráficos, seleccionamos el tipo de gráfico Dispersión, Dispersión solo con marcadores.



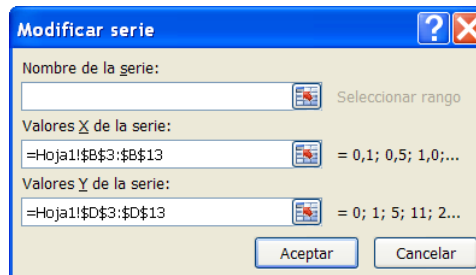
Aparecerá un recuadro, donde se situará el gráfico. Vamos ahora a Seleccionar datos, dentro de la pestaña Diseño, de las Herramientas de gráficos:



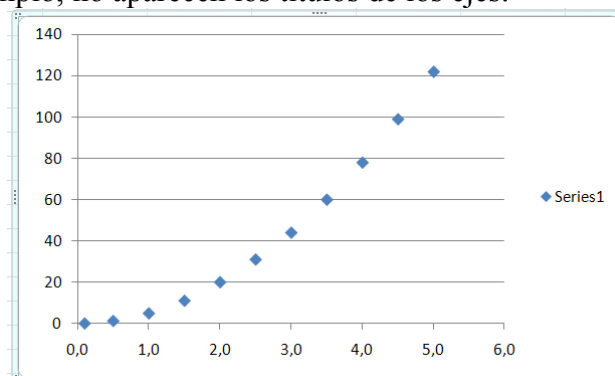
Y en la ventana que aparece a continuación, pulsamos Agregar:



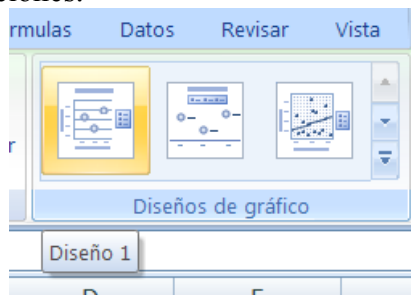
Seleccionamos las casillas donde se encuentran los datos:



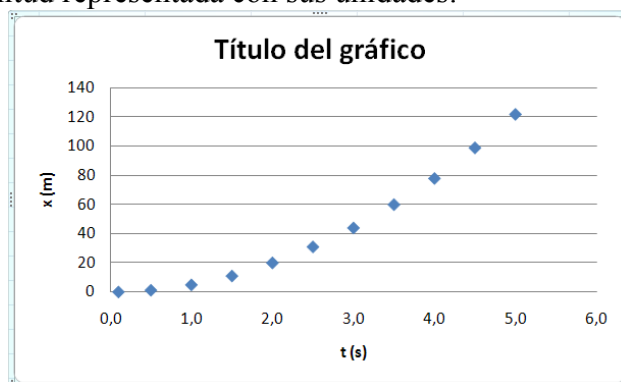
En el ejemplo, los datos del eje X , se encuentran en la Hoja1, en las casillas B3:B13, y los datos que vamos a representar como eje Y en las casillas D3:D13. Pulsamos Aceptar. De esta forma ya tenemos una primera versión del gráfico, aunque bastante incompleta, puesto que, por ejemplo, no aparecen los títulos de los ejes:



Para incluir algún elemento más, como el título del gráfico y de los ejes, una forma sencilla es, dentro de Diseños de gráfico, seleccionar el Diseño 1, que resulta adecuado para la mayoría de las situaciones.

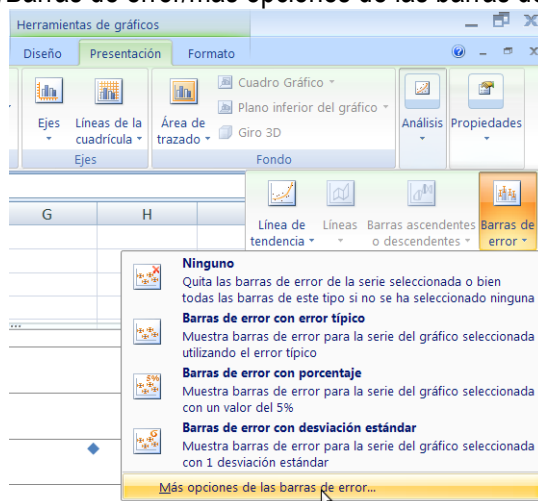


A continuación basta con personalizar el título del gráfico, y de los ejes, situando el cursor sobre dichos elementos. En el ejemplo, se ha modificado el título de los ejes, incluyendo la magnitud representada con sus unidades:

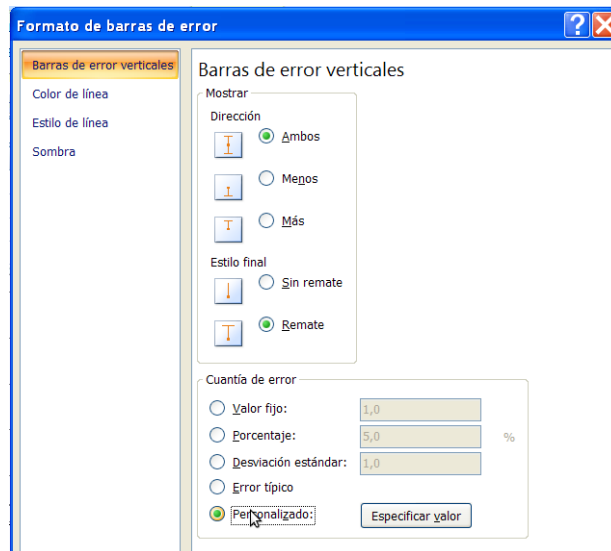


Barras de error:

Normalmente, es necesario incluir las barras de error en los gráficos. Para ello, dentro de Presentación/Análisis/Barras de error/más opciones de las barras de error...

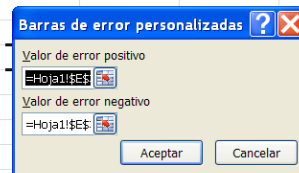


Seleccionamos Barras de error vertical/Personalizado:/Especificar valor:



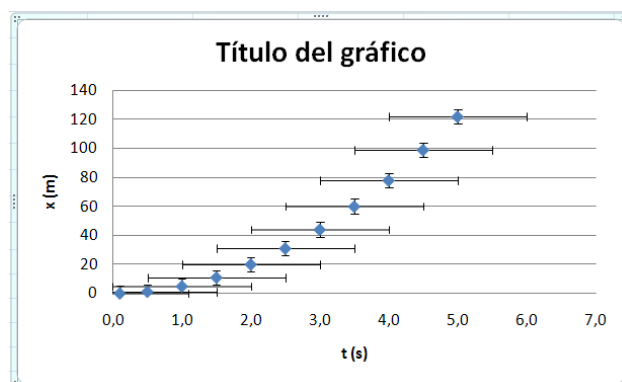
En la siguiente ventana, se selecciona el error en el eje Y , dos veces: Valor de error positivo y Valor de error negativo, una para representar las barras de error por la parte de arriba del punto, y la otra para la parte de abajo.

t (s)	Δt (s)	x (m)	Δx (m)
0,1	0,1	0	5
0,5	0,1	1	5
1,0	0,1	5	5
1,5	0,1	11	5
2,0	0,1	20	5
2,5	0,1	31	5
3,0	0,1	44	5
3,5	0,1	60	5
4,0	0,1	78	5
4,5	0,1	99	5
5,0	0,1	122	5

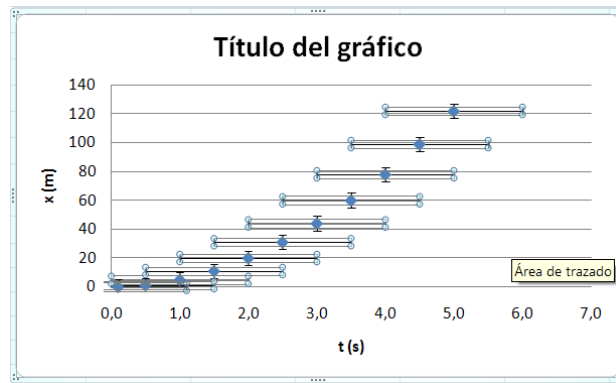


En el ejemplo, los errores de la magnitud representada en el eje Y se encuentran en las celdas E3:E13.

De esta forma, obtendremos el gráfico, con las barras de error correctas en el eje Y , pero unas barras de error incorrectas, en el eje X :



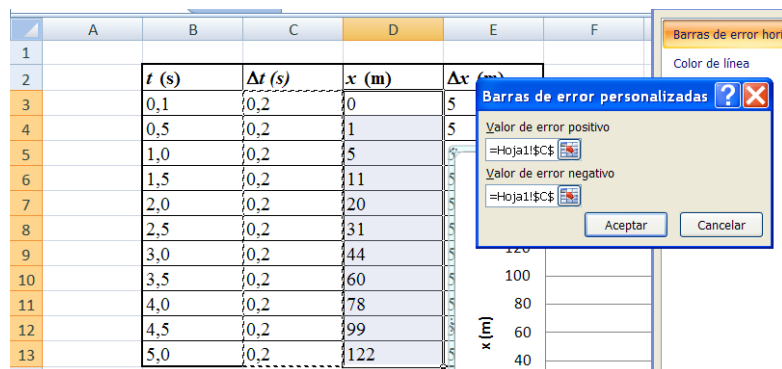
Para corregir las barras de error del eje X , las seleccionamos con el ratón:



Volvemos otra vez a Presentación/Análisis/Barras de error/más opciones de las barras de error... y ahora tendremos el menú para las barras de error en el eje X .

Procedemos de manera análoga a como habíamos hecho con las barras de error del eje Y : Barras de error horizontales /Personalizado /Especificar valores.

Se selecciona el error en el eje X (dos veces: Valor de error positivo y Valor de error negativo):



En el ejemplo, las barras de error en el eje X se encuentran en las celdas C3:C13. Con esto ya tenemos el gráfico terminado, con barras de errores en los dos ejes, tal y como se muestra en la figura siguiente.

