

LOS PRONOSTICOS EN LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Juan José Quinteros

Cátedra Evaluación de Proyectos de Inversión
Instituto de Administración de Empresas
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Tucumán

2004

1 ANALISIS DE REGRESION LINEAL (CON EXCEL)

El **análisis de regresión lineal** es un modelo de pronóstico que establece una relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes.

El **análisis de regresión lineal simple** sólo contiene una variable independiente. Este modelo es de la forma $Y=a+bX$, que se conoce como la **ecuación de regresión**, donde Y es la variable dependiente y a pronosticar y X es la variable independiente.

El único requisito que se impone a los valores de X es que deben quedar espaciados de manera equidistante.

También es posible utilizar la regresión lineal simple cuando la variable independiente representa una variable distinta al tiempo; esto se conoce como **modelo causal de pronóstico**.

El **coeficiente de correlación** (r) explica la importancia relativa de la relación entre X e Y; el signo de r indica la dirección de dicha relación, y el valor absoluto de r la magnitud de la relación. r puede asumir cualquier valor entre -1 y +1.

El **coeficiente de determinación** (r^2) indica qué parte de la variación total en la variable dependiente Y queda explicada por X, o por la línea de tendencia.

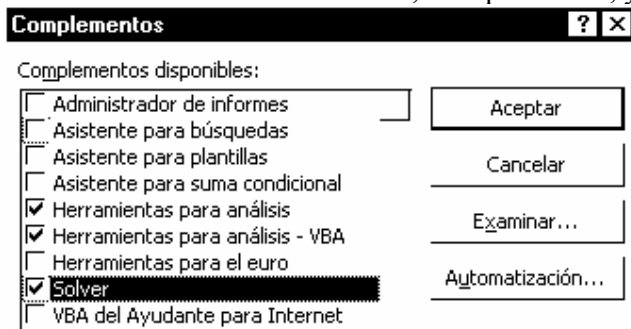
La presencia de errores de pronóstico o de variaciones al azar es un hecho para quienes pronostican; el pronóstico es un proceso que está inmerso en la incertidumbre.

El error estándar del pronóstico o desviación estándar del pronóstico es una medida de la manera en que han quedado dispersos a uno y otro lado de la línea de tendencia los puntos de datos históricos.

1.1 Para resolver ejercicios

Para resolver estos ejercicios con Excel, deberá instalar complementos adicionales.

Para ello seleccione Herramientas, Complementos, y marque los siguientes:



Al elegir Aceptar se completará la instalación y quedarán disponibles para los usuarios herramientas adicionales.

1.2 Ejercicios

1.2.1 Ejercicio

Una empresa produce motores electrónicos para válvulas automáticas para la industria de la construcción. Durante más de un año, la planta de producción ha operado casi a plena capacidad. El gerente de planta estima que el crecimiento en las ventas continuará y desea desarrollar un pronóstico a largo plazo que se usará para planear las necesidades de las instalaciones para los siguientes tres años. Se han totalizado las cifras de ventas correspondientes a los últimos diez años.

Excel nos permite resolver esto de varias formas:

Mediante el uso de una función sin obtener la ecuación de regresión:

Se utiliza la función:

PRONOSTICO(x;conocido_y;conocido_x)

X es el punto de datos cuyo valor desea predecir.

Conocido_y es la matriz o rango de datos dependientes.

Conocido_x es la matriz o rango de datos independientes

Esta función calcula o pronostica un valor futuro a través de los valores existentes. La predicción del valor es un valor y teniendo en cuenta un valor x. Los valores conocidos son valores x y valores y existentes, y el nuevo valor se pronostica utilizando regresión lineal.

	A	B
1	Año	Ventas
2	1	1000
3	2	1300
4	3	1800
5	4	2000
6	5	2000
7	6	2000
8	7	2200
9	8	2600
10	9	2900
11	10	3200
12	11	3286.666667
13	12	3502.424242
14	13	3718.181818

B12=PRONOSTICO(A12;\$B\$2:\$B\$11;\$A\$2:\$A\$11)

B13=PRONOSTICO(A13;\$B\$2:\$B\$11;\$A\$2:\$A\$11)

B14=PRONOSTICO(A14;\$B\$2:\$B\$11;\$A\$2:\$A\$11)

Utilizando el mouse

El procedimiento consiste en señalar el rango conocido (en este caso el rango B2:B11) y luego colocar el puntero en el cuadro de llenado (abajo y a la derecha de la selección); el puntero se transformará en una cruz. Arrastrar el cuadro de llenado en las celdas a llenar; al soltar el botón del mouse los datos llenarán el rango (en este caso el rango B12:B14):

	A	B
1	Año	Ventas
2	1	1000
3	2	1300
4	3	1800
5	4	2000
6	5	2000
7	6	2000
8	7	2200
9	8	2600
10	9	2900
11	10	3200

A		B
1	Año	Ventas
2	1	1000
3	2	1300
4	3	1800
5	4	2000
6	5	2000
7	6	2000
8	7	2200
9	8	2600
10	9	2900
11	10	3200
12	11	3286.66667
13	12	3502.42424
14	13	3718.18182

1.2.2 Ejercicio

El gerente de una empresa supone que los servicios de ingeniería que su empresa proporciona a las empresas en construcción de carreteras están directamente relacionados con la cantidad de contratos de construcción de éstas emitidos en su área geográfica.

El gerente se pregunta si esta suposición es real, de manera que solicita un análisis de regresión lineal de datos históricos.

Se pide:

- Desarrollar una ecuación de regresión para predecir el nivel de la demanda de los servicios de la empresa.
- Utilizar la ecuación de regresión para predecir el nivel de la demanda durante los siguientes cuatro trimestres
- Determinar con qué grado de exactitud se relaciona la demanda con la cantidad de contratos de construcción realizados.

En esta ocasión, se emplearán funciones para obtener la ecuación de regresión.

Las funciones son:

INTERSECCION.EJE(conocido_y;conocido_x)

Conocido_y es el conjunto de observaciones o datos dependientes.

Conocido_x es el conjunto de observaciones o datos independientes

Esta función calcula el punto en el que una línea intersecará el eje y utilizando los valores X e Y existentes. El punto de intersección se basa en el mejor ajuste de la línea de regresión trazado con los valores X y los valores Y.

PENDIENTE(conocido_y;conocido_x)

Conocido_y es una matriz o rango de celdas de puntos de datos numéricos dependientes.

Conocido_x es el conjunto de puntos de datos independientes

Esta función devuelve la pendiente de una línea de regresión lineal creada con los datos de los argumentos conocido_x y conocido_y. La pendiente es la distancia vertical dividida por la distancia horizontal entre dos puntos cualquiera de la recta, lo que corresponde a la tasa de cambio a lo largo de la línea de regresión.

COEF.DE.CORREL(matriz1;matriz2)

Matriz1 es un rango de celdas de valores.

Matriz2 es un segundo rango de celdas de valores.

Esta función devuelve el coeficiente de correlación entre dos rangos de celdas definidos por los argumentos matriz1 y matriz2.

COEFICIENTE.R2(conocido_y;conocido_x)

Conocido_y es una matriz o un rango de puntos de datos.

Conocido_x es una matriz o un rango de puntos de datos.

Esta función devuelve el cuadrado del coeficiente de correlación de momento del producto Pearson mediante los puntos de datos de conocido_y y conocido_x. El valor R cuadrado puede interpretarse como la proporción de la varianza de y que puede atribuirse a la varianza de x.

	A	B	C	D
1	Trim	Contratos	Ventas	
2	1	150	8	
3	2	170	10	
4	3	190	15	
5	4	170	9	
6	5	180	12	
7	6	190	13	
8	7	200	12	
9	8	220	16	
10	9	260	20.816	
11	10	290	24.333	
12	11	300	25.506	
13	12	270	21.988	
14	Y = a + bX			
15	a =	-9.67059		
16	b =	0.117255		
17	r =	0.893653		
18	r ² =	0.798615		

B15=INTERSECCION.EJE(C2:C9;B2:B9)

B16=PENDIENTE(C2:C9;B2:B9)

B17=COEF.DE.CORREL(B2:B9;C2:C9)

B18=COEFICIENTE.R2(C2:C9;B2:B9)

C10=-9.67058824+0.1172549*B10

C11=-9.67058824+0.1172549*B11

C12=-9.67058824+0.1172549*B12

C13=-9.67058824+0.1172549*B13

1.2.3 Ejercicio

Calcular el error típico del ejercicio 1.2.1 y calcular los límites de pronóstico con un nivel de significancia del 90%.

Se utiliza la función:

ERROR.TIPICO.XY(conocido_y;conocido_x)

Conocido_y es una matriz o un rango de puntos de datos dependientes.

Conocido_x es una matriz o un rango de puntos de datos independientes.

Esta función devuelve el error típico del valor de y previsto para cada x de la regresión.

El error típico es una medida de la cuantía de error en el pronóstico del valor de y para un valor individual de x.

	A	B
1	Año	Ventas
2	1	1000
3	2	1300
4	3	1800
5	4	2000
6	5	2000
7	6	2000
8	7	2200
9	8	2600
10	9	2900
11	10	3200
12	11	3286.666667
13	12	3502.424242
14	13	3718.181818
15		
16	ET	173.0300377

B16=ERROR.TIPICO.XY(B2:B11;A2:A11)

Para cada pronóstico, es posible establecer un límite inferior y un límite superior.

Se debe utilizar la distribución t, teniendo en cuenta que los grados de libertad en el análisis de regresión es $gl = n - 2$; suponiendo un nivel de significancia de 0.10 (10%)

Para calcular el valor de t se debe utilizar la función:

DISTR.T.INV(probabilidad;grados_de_libertad)

Probabilidad es la probabilidad asociada con la distribución t de Student de dos colas.

Grados_de_libertad es el número de grados de libertad que caracteriza la distribución.

Esta función devuelve el valor t de la distribución t de Student como función de la probabilidad y los grados de libertad.

	A	B
1	Año	Ventas
2	1	1000
3	2	1300
4	3	1800
5	4	2000
6	5	2000
7	6	2000
8	7	2200
9	8	2600
10	9	2900
11	10	3200
12	11	3286.666667
13	12	3502.424242
14	13	3718.181818
15		
16	ET	173.0300377
17		
18	año	11
19	lim inf	2964.908951
20	lim sup	3608.424383

B19=B12-B16*DISTR.T.INV(10%;8)

B20=B12+B16*DISTR.T.INV(10%;8)

O sea que para el año 11, existe una probabilidad del 90% que las ventas oscilen entre 2964.9 y 3608.4.

1.2.4 Ejercicio

RCT manufactura aparatos de televisión en blanco y negro para los mercados del extranjero. Las exportaciones anuales durante los últimos 6 años aparecen abajo en miles de unidades. Dada esta declinación a largo plazo en las exportaciones, pronostique el número esperado de unidades a exportar el año entrante.

Para resolver este ejercicio se utilizará el método gráfico. Los pasos a seguir son:

1. A partir de las series, crear un gráfico de tipo XY (señale las series y utilice el asistente para gráficos)

	A	B
1	Año	Exportaciones
2	1	33
3	2	32
4	3	29
5	4	26
6	5	27
7	6	24

Asistente para gráficos

Asistente para gráficos - paso 1 de 4: tipo de gráfico

Tipos estándar | Tipos personalizados

Tipo de gráfico:

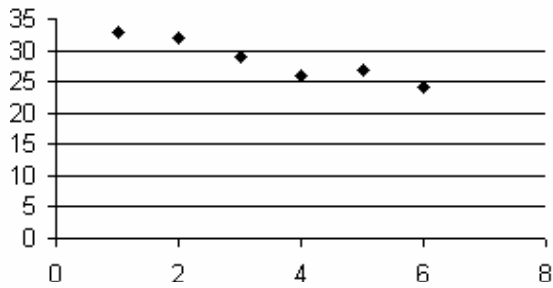
- Columnas
- Barras
- Líneas
- Circular
- XY (Dispersión)**
- Áreas
- Anillos
- Radial
- Superficie
- Burbujas

Subtipo de gráfico:

Dispersión. Compara pares de valores.

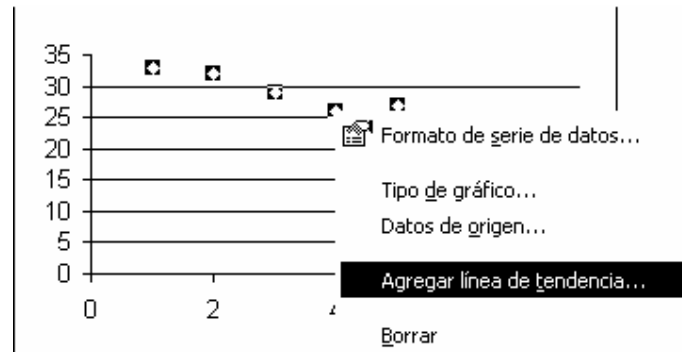
Presionar para ver muestra

Cancelar | **Siguiente >** | Finalizar

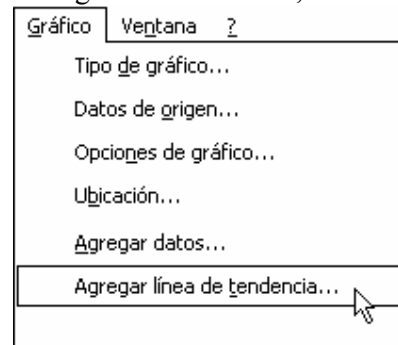


2. Agregar al gráfico una línea de tendencia.

Haga clic sobre uno de los puntos de la serie con el botón derecho del mouse y aparece el menú contextual



Si el gráfico está activo, también puede seleccionar los comandos del menú:



3. Complete los cuadros de diálogo:

En la solapa *tipo* elija regresión lineal.

En la solapa *opciones* marque las casillas de presentar ecuación en el gráfico y presentar el valor de r cuadrado en el gráfico.


Luego haga clic en aceptar.

Agregar línea de tendencia


Tipo

Opciones


Tipo de tendencia o regresión



Lineal




Logarítmica




Polinomial


2



Potencial



Exponencial



Media móvil

2

A partir de las series:

Serie1

Aceptar

Cancelar

Agregar línea de tendencia

Tipo

Opciones

Nombre de la línea de tendencia

☒ Automática:

Lineal (Serie1)

☐ Personalizada:

Extrapolar

Hacia delante:

0

Unidades

Hacia atrás:

0

Unidades

☐ Señalar intersección =

0

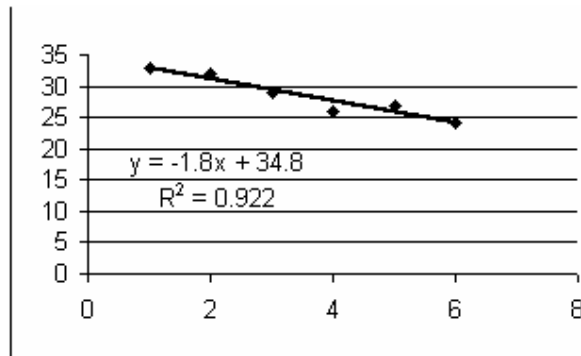
☒ Presentar ecuación en el gráfico

☒ Presentar el valor R cuadrado en el gráfico

Aceptar

Cancelar

Aparece graficada la línea de tendencia sobre la serie, a la vez que en un cuadro de texto aparece la ecuación de la regresión y el valor de r^2 :



Con estos datos, ya es posible proyectar el valor de las exportaciones para el año 7:
 $\text{Exportaciones}_7 = -1.8 * 7 + 34.8 = 22.2$

1.2.5 Ejercicio

Un pequeño hospital está planeando las necesidades de su ala de maternidad. Los datos que aparecen a continuación muestran el número de nacimientos en los últimos ocho años.

- Utilice la regresión lineal simple para pronosticar la cantidad anual de nacimientos para cada uno de los tres años siguientes.
- Determine el coeficiente de correlación para los datos.
- Encuentre el coeficiente de determinación.

	A	B
1	Año	Nac
2	1	565
3	2	590
4	3	583
5	4	597
6	5	615
7	6	611
8	7	610
9	8	623
10	9	631.82
11	10	635.88
12	11	643.72
13	r	0.92
14	r ²	0.85

B10=PRONOSTICO(A10;B2:B9;A2:A9)

B11=PRONOSTICO(A11;\$B\$2:\$B\$9;\$A\$2:\$A\$9)

B12=PRONOSTICO(A12;\$B\$2:\$B\$9;\$A\$2:\$A\$9)

B13=COEF.DE.CORREL(A2:A9;B2:B9)

B14=COEFICIENTE.R2(B2:B9;A2:A9)

1.2.6 Ejercicio

IPC necesita estimar sus ventas del próximo año. La siguiente tabla contiene los ingresos de la empresa de los últimos 6 años.

- Suponiendo que los datos de venta arriba citados sean representativos de las ventas que se esperan el año siguiente, utilice un análisis de regresión de serie de tiempo para pronosticar los ingresos por ventas de ese año (año 7)
- Determine el coeficiente de correlación
- Determine el coeficiente de determinación

	A	B
1	Año	Vta
2	1	2.4
3	2	5.9
4	3	15.5
5	4	27.8
6	5	35.9
7	6	38.1
8	7	49.0
9	r	0.98
10	r ²	0.97

El valor de B8 se obtuvo con el mouse.

B9=COEF.DE.CORREL(B2:B7;A2:A7)

B10=COEFICIENTE.R2(B2:B7;A2:A7)

1.2.7 Ejercicio

Una empresa necesita desarrollar un pronóstico de ventas para el año siguiente para sus ventas de vehículos recreativos. Suponga que sus ventas anuales están relacionadas con las ventas de su sector industrial y ha preparado datos históricos.

Si la estimación de las ventas para el sector industrial del año que viene es de 725 millones, utilice una regresión lineal simple para pronosticar la demanda anual de vehículos recreativos de la empresa para dicho año.

	A	B
1	Industria	Empresa
2	536	98
3	791	137
4	650	112
5	813	145
6	702	120
7	575	103
8	684	116
9	725	126

B9=PRONOSTICO(A9;B2:B8;A2:A8)

1.2.8 Ejercicio

En el problema 1.2.6, IPC se pregunta si el análisis de regresión de la serie de tiempo es la mejor manera de pronosticar las ventas del año que viene. Están examinando los siguientes datos de ventas de la industria:

Año	IPC	Industria
1	2.4	4.6
2	5.9	8.6
3	15.5	10.7
4	27.8	14.8
5	35.9	18.5
6	38.1	19.4

a. Haga un análisis de regresión entre los ingresos por ventas anuales de computadoras personales de IPC y los ingresos por ventas anuales de toda la industria. ¿Cuál es el pronóstico de ingresos por ventas del año que viene (año 7) para las computadoras personales de IPC, si la estimación del siguiente año de ingresos por ventas para toda la industria es de 21,9?

b. ¿Qué pronóstico -el pronóstico de serie de tiempo del problema 1.3.6 o el pronóstico de este problema- parecería ser "mejor"? ¿Por qué?

	A	B	C
1	Año	Industria	IPC
2	1	4.6	2.4
3	2	8.6	5.9
4	3	10.7	15.5
5	4	14.8	27.8
6	5	18.5	35.9
7	6	19.4	38.1
8	7	21.9	44.6
9			
10	r^2		0.98

C8=PRONOSTICO(B8;C2:C7;B2:B7)

C10=COEFICIENTE.R2(C2:C7;B2:B7)

La estimación de este ejercicio es mejor porque tiene un valor de r^2 más cercano a 1.

1.2.9 Ejercicio

La Comfort Zone Company (CZC) es un fabricante mediano con 10 años de antigüedad de equipos de calefacción y enfriamiento. Las ventas están creciendo con rapidez y es necesario incrementar la capacidad de producción. La gerencia de la empresa se pregunta si los datos nacionales de construcción de vivienda pudieran resultar un buen indicador de las ventas anuales de la empresa:

Año	Construcción De viviendas	Ventas anuales De CZC
1	2.1	230
2	1.8	215
3	2.4	270
4	2.8	310
5	3.1	360
6	2.6	370
7	2.4	375

a. Desarrolle un análisis de regresión simple entre las ventas de CZC y la construcción de viviendas. Pronostique las ventas de CZC durante los siguientes dos años. El National Home Builders Association estima que la inversión en construcción de viviendas será de 2.6 millones y de 3.0 millones para los dos años siguientes.

b. ¿Qué porcentaje de variación en ventas de CZC queda explicado por la inversión en construcción de viviendas?

c. ¿Recomendaría usted que CZC utilizara el pronóstico del inciso a. para planear una expansión de las instalaciones? ¿Por qué? ¿Qué podría hacerse para mejorar el pronóstico?

	A	B	C
1	Año	Construc	CZC
2	1	2.1	230
3	2	1.8	215
4	3	2.4	270
5	4	2.8	310
6	5	3.1	360
7	6	2.6	370
8	7	2.4	375
9	8	2.6	321
10	9	3.0	368
11	r		0.75
12	r ²		0.56

C9=PRONOSTICO(B9;\$C\$2:\$C\$8;\$B\$2:\$B\$8)

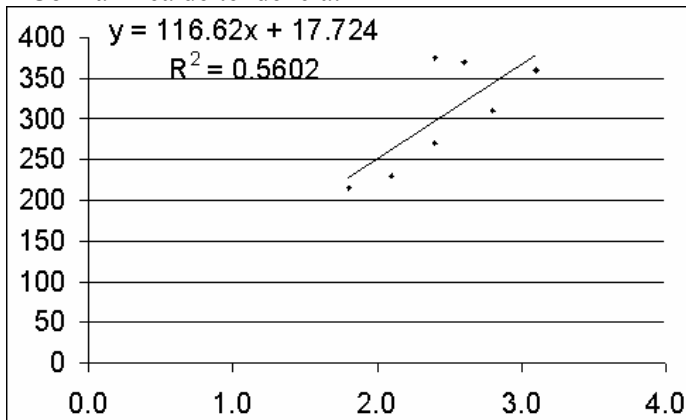
C10=PRONOSTICO(B10;\$C\$2:\$C\$8;\$B\$2:\$B\$8)

C11=COEF.DE.CORREL(B2:B8;C2:C8)

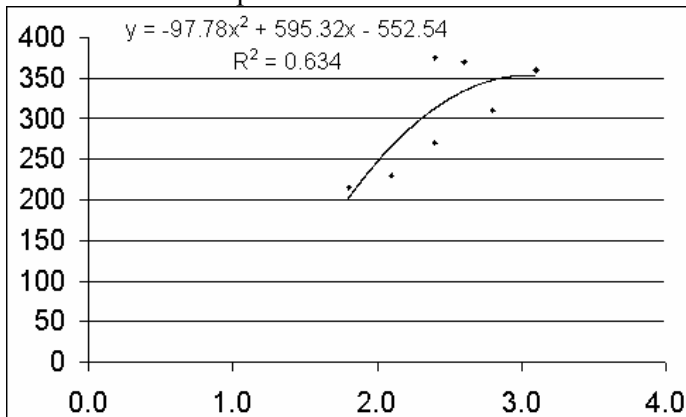
C12=COEFICIENTE.R2(C2:C8;B2:B8)

Dado que el valor de r^2 es bajo, podría intentar buscar una línea de tendencia con función polinomial.

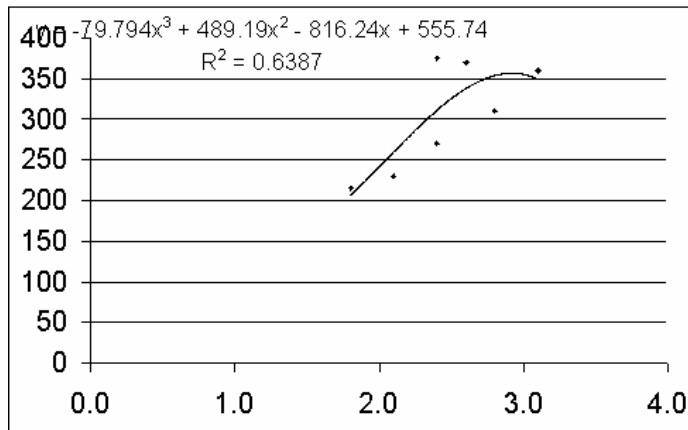
* Con la línea de tendencia:



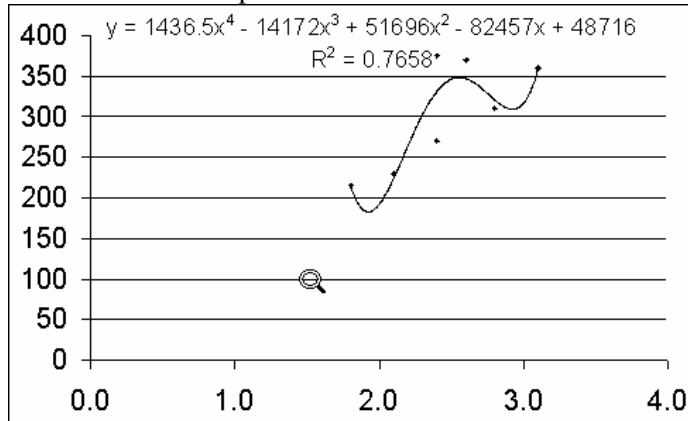
* Con una función polinomial de orden 2:



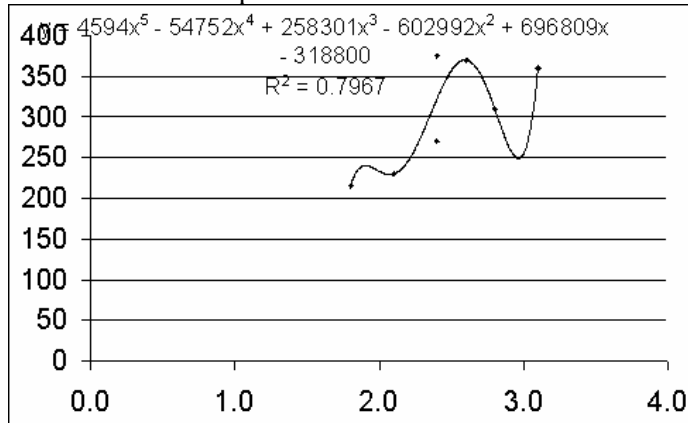
* Con una función polinomial de orden 3:



* Con una función polinomial de orden 4:



* Con una función polinomial de orden 5:



Hasta aquí es evidente que la función polinomial de orden 5 es la más adecuada de todas las funciones para realizar pronósticos, porque tiene el mayor valor de r^2 .

1.2.10 Ejercicio

Chasewood Apartments es un complejo habitacional de 300 unidades cerca de Fairway University, y atrae principalmente a estudiantes universitarios. La gerente, Joan Newman, sospecha que la cantidad de unidades arrendadas durante cada semestre está influida por el número de estudiantes que se inscriben en la universidad. Las inscripciones en la universidad y el número de apartamentos alquilados durante los últimos ocho semestres es:

Año	Inscripciones a la universidad	Unidades arrendadas

Año	Inscripciones a la universidad	Unidades arrendadas
1	7.2	291
2	6.3	228
3	6.7	252
4	7.0	265
5	6.9	270
6	6.4	240
7	7.1	288
8	6.7	246

- Utilice un análisis simple de regresión para desarrollar un modelo para pronosticar el número de apartamentos arrendados con base en las inscripciones a la universidad. Si se espera que la inscripción para el semestre siguiente sea de 6,600 estudiantes, pronostique la cantidad de apartamentos que se alquilarán.
- ¿Qué porcentaje de variación en unidades arrendadas queda explicado por las inscripciones en la universidad?
- ¿Qué tan útil cree usted que sean las inscripciones a la universidad para pronosticar la cantidad de apartamentos arrendados?

	A	B	C
1	Año	Inscrip	Unid
2	1	7.2	291
3	2	6.3	228
4	3	6.7	252
5	4	7.0	265
6	5	6.9	270
7	6	6.4	240
8	7	7.1	288
9	8	6.7	246
10	9	6.0	207
11			
12	r^2		0.93

C10=PRONOSTICO(B10;C2:C9;B2:B9)

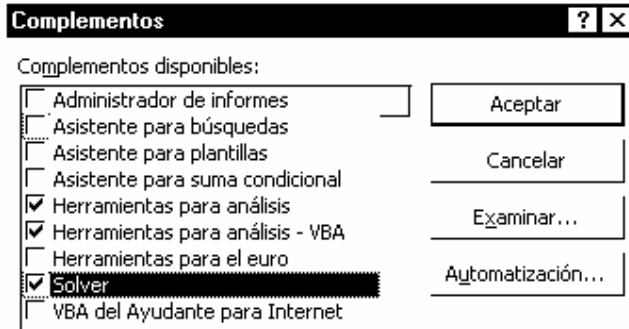
C12=COEFICIENTE.R2(C2:C9;B2:B9)

2 Promedios móviles

El método de los promedios móviles promedia los datos de unos cuantos períodos recientes y este promedio es el pronóstico del período siguiente.

2.1 Para resolver ejercicios

Para resolver estos ejercicios con Excel, deberá instalar complementos adicionales. Para ello seleccione Herramientas, Complementos, y marque los siguientes:



Al elegir Aceptar se completará la instalación y quedarán disponibles para los usuarios herramientas adicionales.

2.2 Ejercicios

2.2.1 Ejercicio

La planta de IPC estima la demanda semanal de los muchos materiales que tiene en inventario. Está estudiando uno de estos componentes, el CTR 5922. Las 12 semanas más recientes de demanda para el CTR 5922 son:

Semana	Demanda	Semana	Demanda	Semana	Demanda	Semana	Demanda
1	169	4	171	7	213	10	158
2	227	5	163	8	175	11	188
3	176	6	157	9	178	12	169

Utilice el método de promedios móviles para pronósticos a corto plazo, con un promedio de tres semanas, para desarrollar para la semana 13 un pronóstico de la demanda para el componente CTR 5922.

Media móvil
?
×

Entrada

Rango de entrada:

☐ Rótulos en la primera fila

Intervalo:

Opciones de salida

Rango de salida:

☐ Crear gráfico ☐ Error típico

Aceptar

Cancelar

Ayuda

	A	B	C	D	E
			Promedio		
1	Semana	Demanda	Móvil		
2	1	169	#N/A		
3	2	227	#N/A		
4	3	176	✓ 191	=PROMEDIO(B2:B4)	
5	4	171	✓ 191	=PROMEDIO(B3:B5)	
6	5	163	✓ 170	=PROMEDIO(B4:B6)	
7	6	157	✓ 164	=PROMEDIO(B5:B7)	
8	7	213	✓ 178	=PROMEDIO(B6:B8)	
9	8	175	✓ 182	=PROMEDIO(B7:B9)	
10	9	178	✓ 189	=PROMEDIO(B8:B10)	
11	10	158	✓ 170	=PROMEDIO(B9:B11)	
12	11	188	✓ 175	=PROMEDIO(B10:B12)	
13	12	169	✓ 172	=PROMEDIO(B11:B13)	

El promedio para la semana 13 es 172.