

EAN

Escuela de
Administración de
Negocios



Pronósticos

Utilizando la herramienta de MINITAB



Abra el archivo
con el nombre:
Sesión 03
ejercicios de
pronósticos para
Minitab



La hoja de Minitab:

- Pizarra donde aparecen los respectivos reportes
- Hoja de minitab para anotar los valores para trabajar

The screenshot shows the Minitab software interface. At the top, there is a menu bar with options: Archivo, Editar, Datos, Calc, Estadísticas, Gráfica, Editor, Herramientas, Ventana, Ayuda, Asistente. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window is divided into two panes. The top pane, titled 'Sesión', is currently blank. The bottom pane, titled 'Hoja de trabajo 1 ***', is a spreadsheet with columns labeled C1 through C22 and rows numbered 1 through 13. Two blue arrows point from the text above to the 'Sesión' window and the spreadsheet grid.

Hoja de trabajo actual: Hoja de trabajo 1

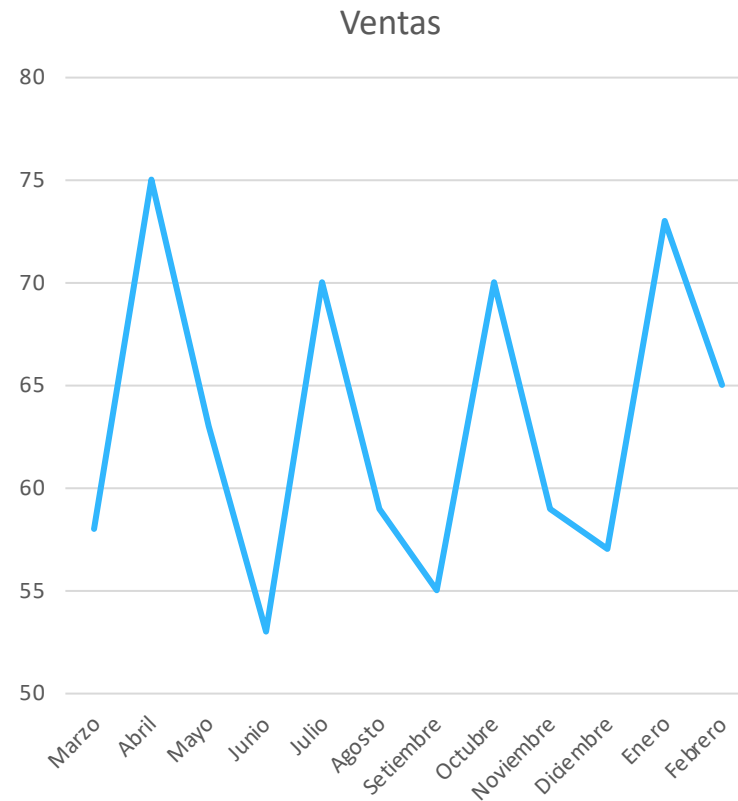
| | | |
|-------------|--|--|
| MAPE | Error porcentual absoluto medio | Nos indica porcentualmente cuanto nos alejamos del valor real |
| MAD | Desviación Media Absoluta | Nos indica cuanto nos desviamos en valor absoluto |
| MSD | Error Medio Cuadrado | Es una variancia promedio respecto al valor real. |

MEDIDAS PARA EVALUAR LA EXÁCTITUD DEL
MÉTODO DE PRONÓSTICO QUE UTILIZA MINITAB

Primer ejercicio

Ventas estacionarias e irregulares

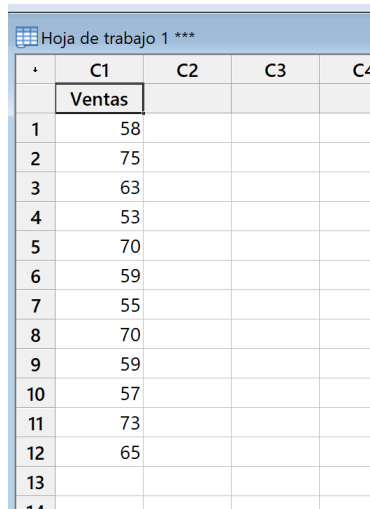
| Mes | Ventas |
|-----------|--------|
| Marzo | 58 |
| Abril | 75 |
| Mayo | 63 |
| Junio | 53 |
| Julio | 70 |
| Agosto | 59 |
| Setiembre | 55 |
| Octubre | 70 |
| Noviembre | 59 |
| Diciembre | 57 |
| Enero | 73 |
| Febrero | 65 |



| Mes | Ventas |
|-----------|--------|
| Marzo | 58 |
| Abril | 75 |
| Mayo | 63 |
| Junio | 53 |
| Julio | 70 |
| Agosto | 59 |
| Setiembre | 55 |
| Octubre | 70 |
| Noviembre | 59 |
| Diciembre | 57 |
| Enero | 73 |
| Febrero | 65 |

Pasamos los datos al Minitab

En la hoja de Excel marcamos los datos de las ventas del primer ejercicio para copiarlos y pegarlos a la columna C1 de la hoja de datos de Minitab



Hoja de trabajo 1 ***

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----|--------|----|----|----|
| | Ventas | | | |
| 1 | 58 | | | |
| 2 | 75 | | | |
| 3 | 63 | | | |
| 4 | 53 | | | |
| 5 | 70 | | | |
| 6 | 59 | | | |
| 7 | 55 | | | |
| 8 | 70 | | | |
| 9 | 59 | | | |
| 10 | 57 | | | |
| 11 | 73 | | | |
| 12 | 65 | | | |
| 13 | | | | |

Datos Estacionarios e Irregulares

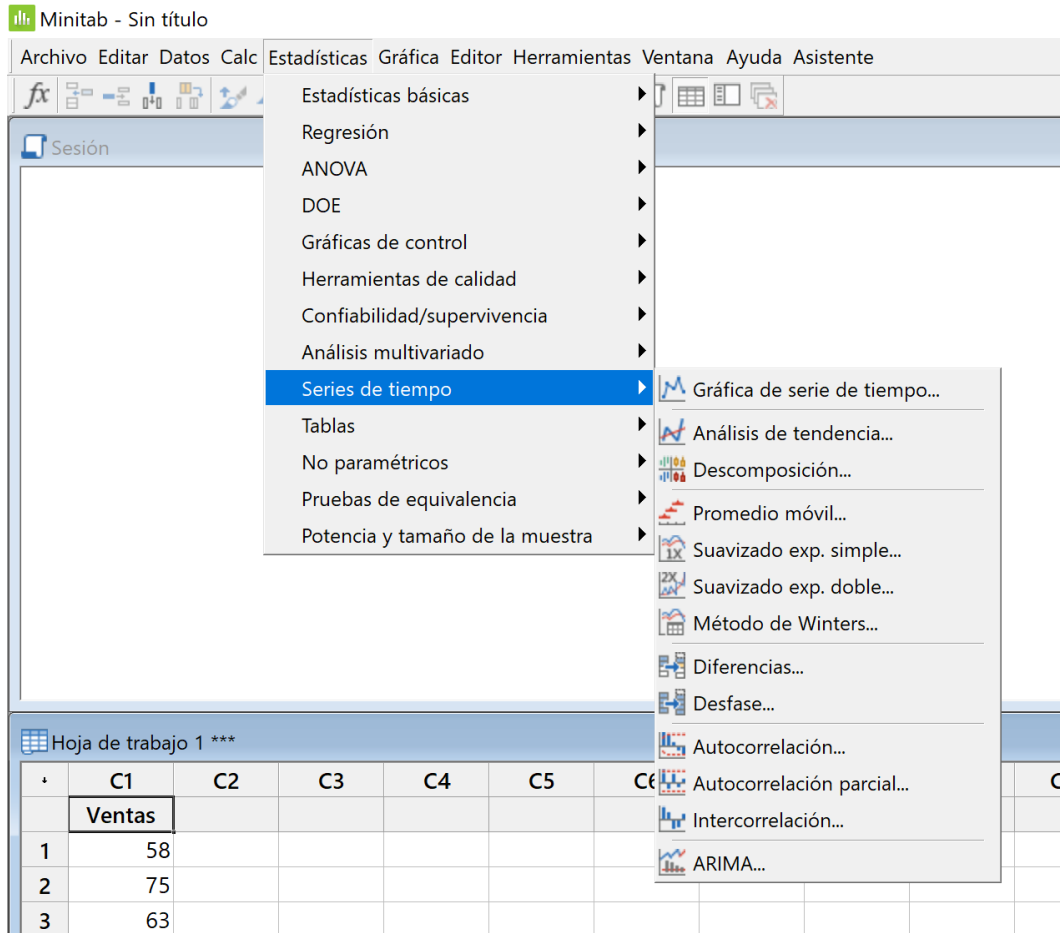
Para este tipo de ventas o variables es recomendable los siguientes métodos:

1. Promedio móvil
2. Promedio móvil doble
3. Suavización exponencial simple



Apretamos: *Estadísticas*, luego *Series de Tiempo* y encontramos los diferentes métodos de pronósticos de series de tiempo que trae el Minitab que son:

- Promedio móvil
- Suavización exponencial simple
- Suavización exponencial doble (método de Holt)
- Método de Winters (suavización exponencial triple)
- Descomposición (descomposición de la serie de tiempos)



lc Estadísticas Gráfica Editor Herramientas Ventana Ayuda Asistente

- Estadísticas básicas
- Regresión
- ANOVA
- DOE
- Gráficas de control
- Herramientas de calidad
- Confiabilidad/supervivencia
- Análisis multivariado
- Series de tiempo**
 - Gráfica de serie de tiempo...
 - Análisis de tendencia...
 - Descomposición...
 - Promedio móvil...**
 - Suavizado exp. simple...
 - Suavizado exp. doble...
 - Método de Winters...
 - Diferencias...
 - Desfase...
 - Autocorrelación...
 - Autocorrelación parcial...
 - Intercorrelación...
 - ARIMA...
- Tablas
- No paramétricos
- Pruebas de equivalencia
- Potencia y tamaño de la muestra

| | C3 | C4 | C5 | C6 |
|--|----|----|----|----|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Vamos a resolver con promedio móvil

Promedio móvil

C1 Ventas

Variable: Longitud de MA:

Centrar los promedios móviles

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

Iniciar desde origen:

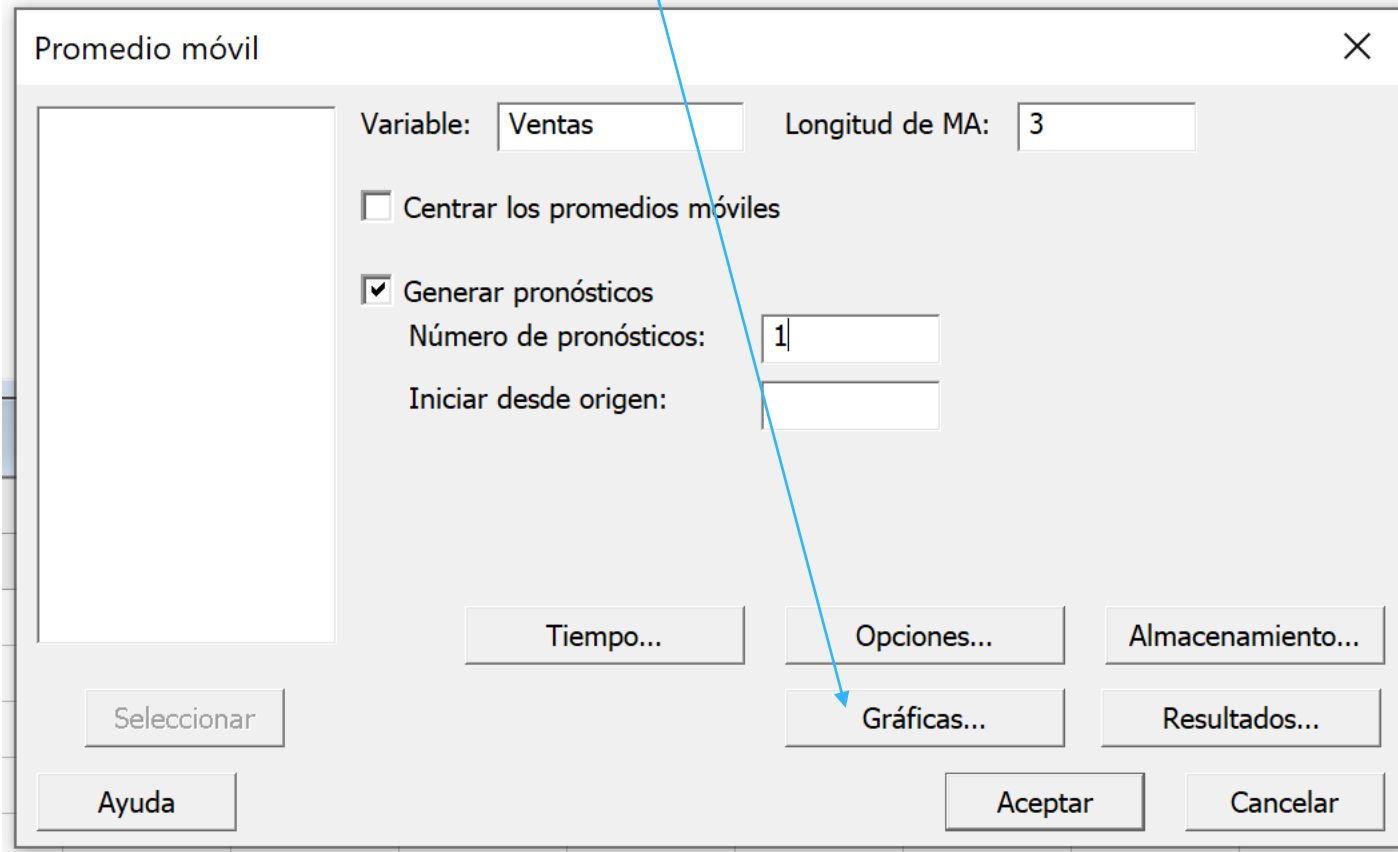
Tiempo... Opciones... Almacenamiento...

Selecccionar Gráficas... Resultados...

Ayuda Aceptar Cancelar

- Nos aparece la caja de dialogo para llenar los datos para realizar el pronóstico
- *Variable*: serán las ventas que están en la columna C1
 - *Longitud de MA*: se refiere a si el promedio los vas hacer con un n de 2, 3, 4, etc
 - *Centrar los promedios móviles*: podemos hacerlo si así lo deseamos
 - *Generar pronósticos*: podemos generar varios pronósticos en el futuro si así lo permite el modelo seleccionado

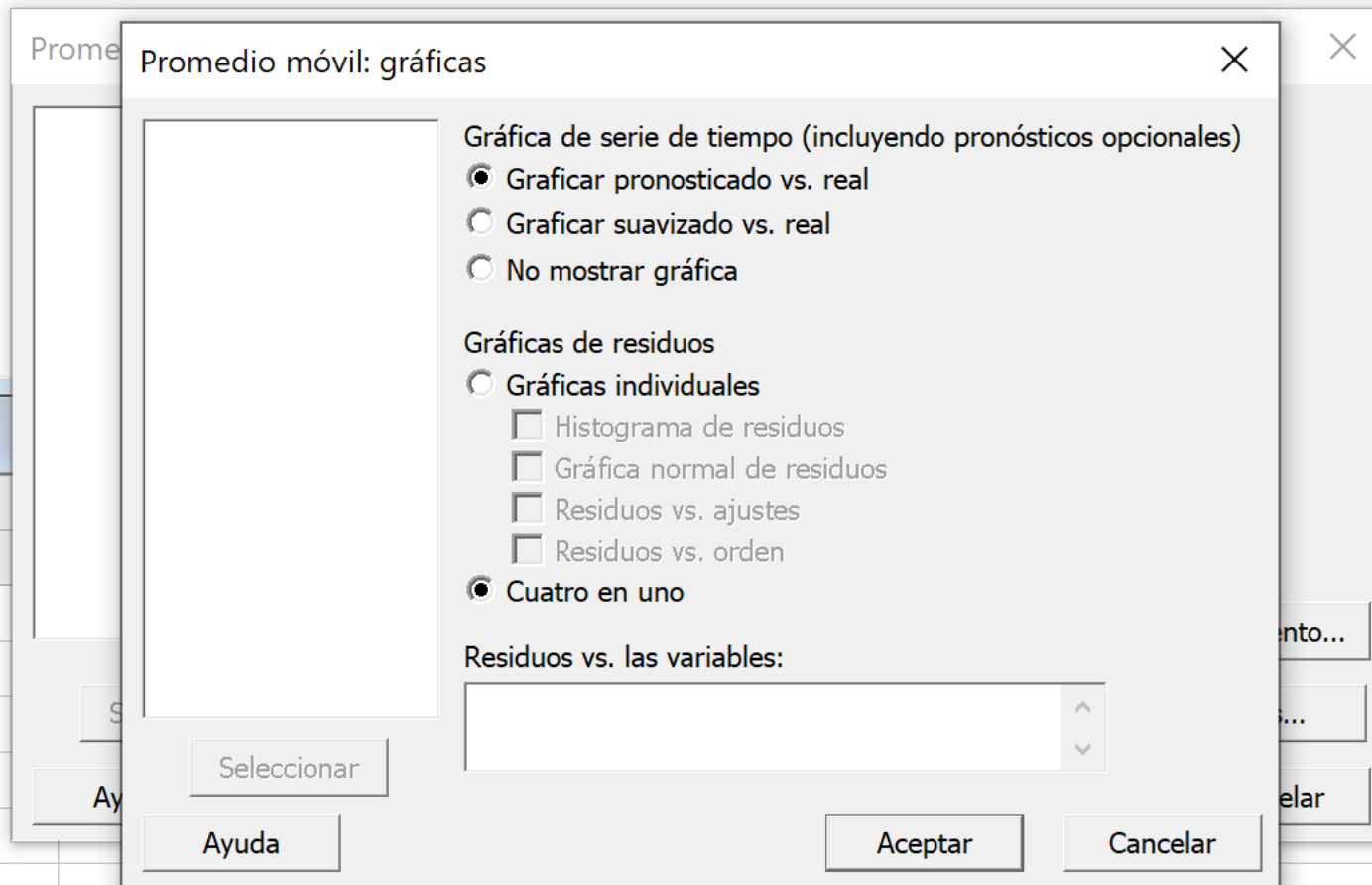
Llenamos la caja de dialogo con la información requerida y seleccionamos *Gráficas*



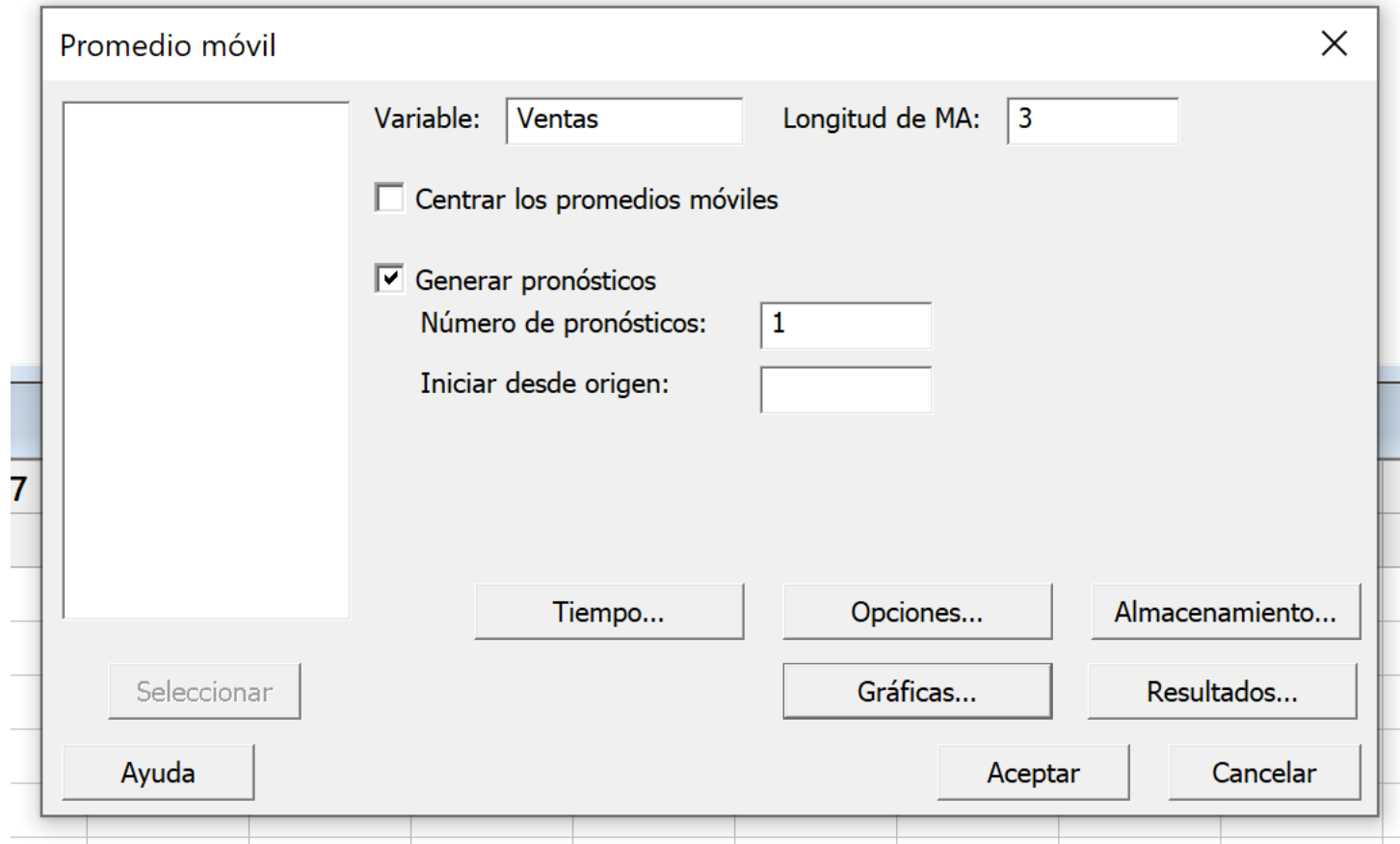
The image shows a dialog box titled "Promedio móvil" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following elements:

- A large empty rectangular area on the left side.
- Two text input fields: "Variable:" with the value "Ventas" and "Longitud de MA:" with the value "3".
- Two checkboxes: "Centrar los promedios móviles" (unchecked) and "Generar pronósticos" (checked).
- Two more text input fields: "Número de pronósticos:" with the value "1" and "Iniciar desde origen:" (empty).
- A row of three buttons: "Tiempo...", "Opciones...", and "Almacenamiento...".
- A row of two buttons: "Gráficas..." and "Resultados...".
- A row of three buttons at the bottom: "Ayuda", "Aceptar", and "Cancelar".
- A button labeled "Seleccionar" is located below the large empty area.

A blue arrow originates from the text "seleccionamos *Gráficas*" and points directly to the "Gráficas..." button.



En esta opción se recomienda utilizar la opción de *Cuatro en uno* de tal forma que se tiene en un sólo gráfico el análisis de los residuos



Le damos *Aceptar* para proceder con el pronóstico



Sesión

Promedio móvil de Ventas

Método

Datos Ventas
 Longitud 12
 Número de valores faltantes 0

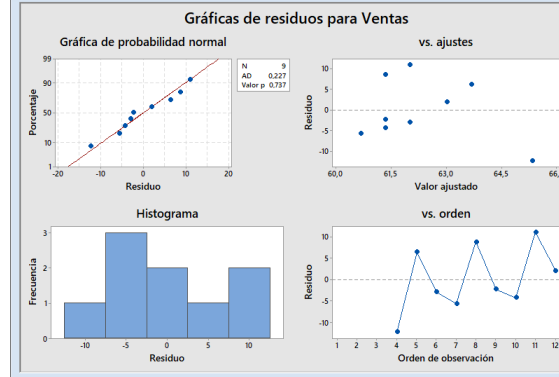
Promedio móvil

Longitud 3

Medidas de exactitud

MAPE 9,9766
 MAD 6,1852

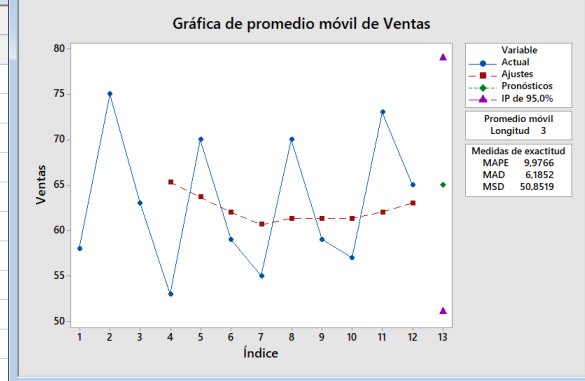
Gráficas de residuos para Ventas



Hoja de trabajo 1 ***

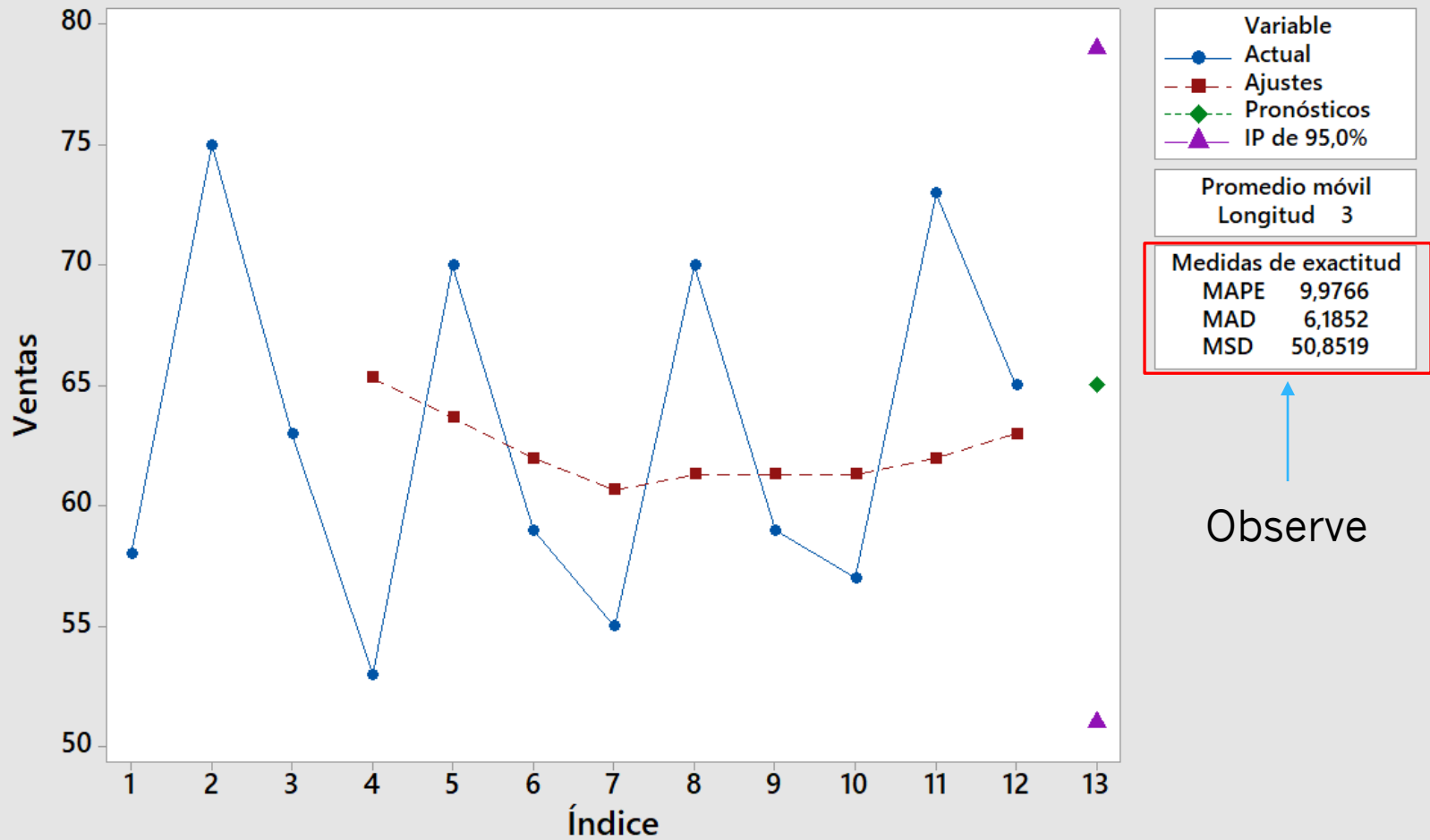
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----|--------|----|----|----|----|----|----|
| | Ventas | | | | | | |
| 1 | 58 | | | | | | |
| 2 | 75 | | | | | | |
| 3 | 63 | | | | | | |
| 4 | 53 | | | | | | |
| 5 | 70 | | | | | | |
| 6 | 59 | | | | | | |
| 7 | 55 | | | | | | |
| 8 | 70 | | | | | | |
| 9 | 59 | | | | | | |
| 10 | 57 | | | | | | |
| 11 | 73 | | | | | | |
| 12 | 65 | | | | | | |

Gráfica de promedio móvil de Ventas



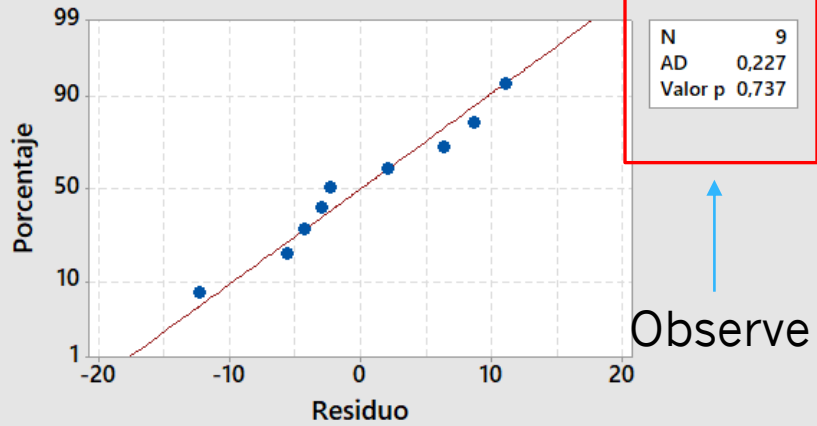
Observe que el Minitab nos tira dos gráficos, el de la gráfica con los datos reales y los pronosticados y la gráfica de residuos. También en la pizarra anota los reportes

Gráfica de promedio móvil de Ventas

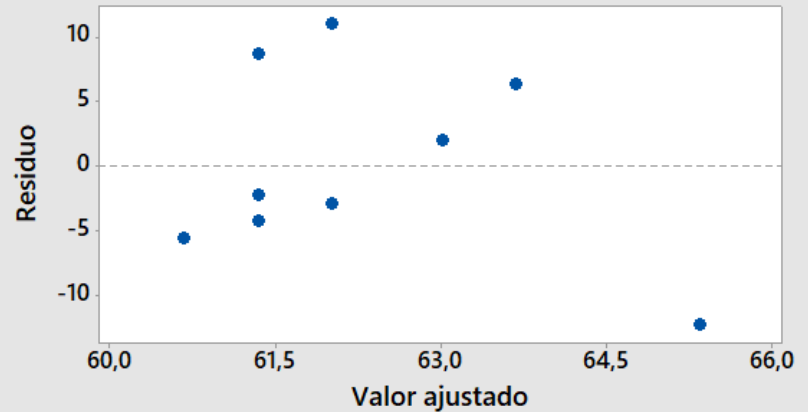


Gráficas de residuos para Ventas

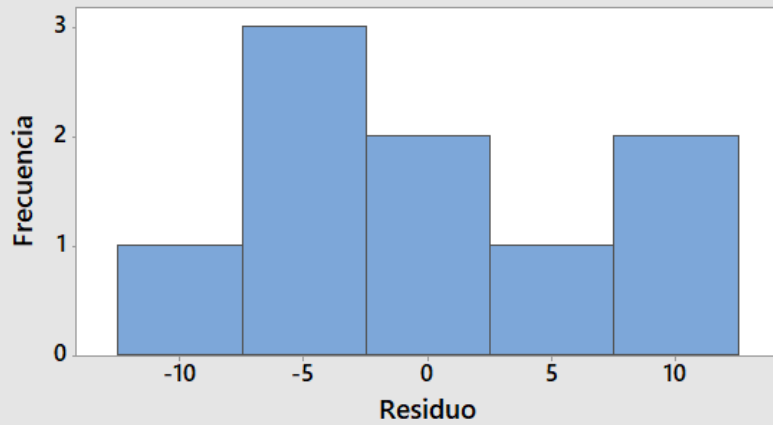
Gráfica de probabilidad normal



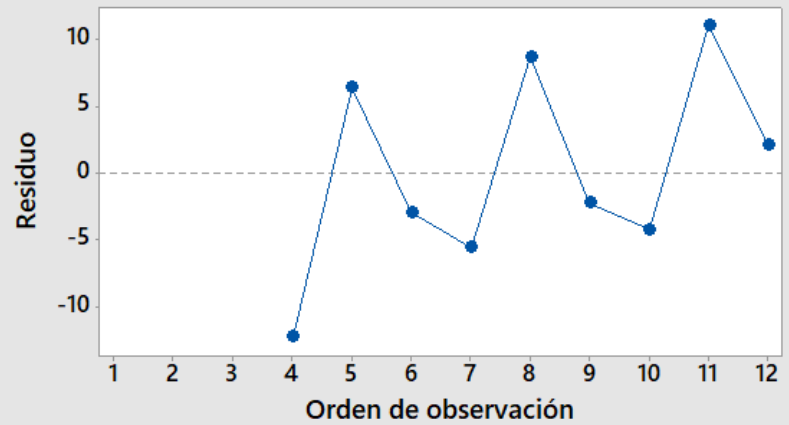
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



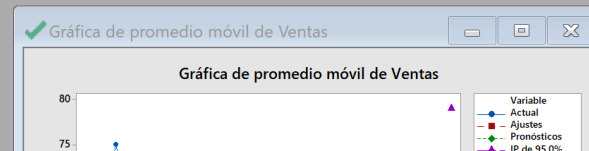
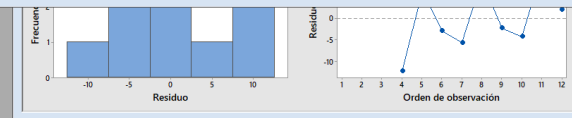
Promedio móvil de Ventas

Método

Datos Ventas
Longitud 12
Número de valores faltantes 0

Promedio móvil

Longitud 3



Hoja de trabajo 1 ***

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 |
|---|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Ventas | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 58 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 63 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 53 | | | | | | | | | | | | | | | |

Podemos enviar los gráficos a la parte de atrás de la pizarra y la hoja de datos del Minitab con solo apretar la pizarra y/o la hoja de datos.

Si quieres recuperar los gráficos basta que con el cursor del mouse muevas la pizarra y la hoja de datos, en la parte de atrás van a estar.

◀ Promedio móvil de Ventas

Método

| | |
|-----------------------------|--------|
| Datos | Ventas |
| Longitud | 12 |
| Número de valores faltantes | 0 |

Promedio móvil

Longitud 3

Medidas de exactitud

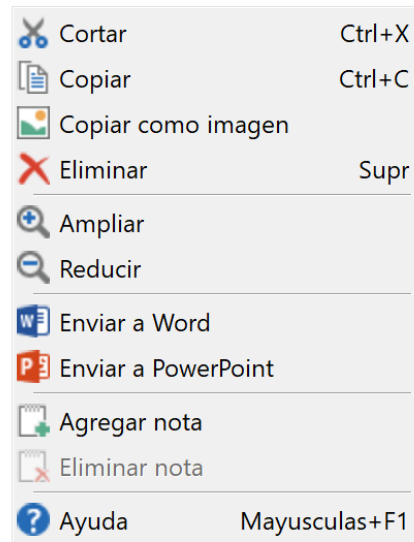
| | |
|------|---------|
| MAPE | 9,9766 |
| MAD | 6,1852 |
| MSD | 50,8519 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 65 | 51,0234 | 78,9766 |

Gráfica de promedio móvil de Ventas

Gráficas de residuos para Ventas



- Cortar Ctrl+X
- Copiar Ctrl+C
- Copiar como imagen
- Eliminar Supr
- Ampliar
- Reducir
- Enviar a Word
- Enviar a PowerPoint
- Agregar nota
- Eliminar nota
- Ayuda Mayusculas+F1

Menú ▾

Si le damos *Menú* se despliega una caja de diálogo con la cual se tienen varias opciones para este reporte

Medidas de exactitud

| | |
|------|---------|
| MAPE | 9,9766 |
| MAD | 6,1852 |
| MSD | 50,8519 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 65 | 51,0234 | 78,9766 |

Vea que el Minitab te da las 3 medidas de exactitud que tienes para evaluar el método de pronóstico utilizado.

También te da un rango para tu pronóstico con nivel de confianza del 95%. Por lo que podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que el valor real que va a suceder va a estar entre un 51,02 y un 78,97

Promedio Móviles Centrados

Cuando usted centra los promedios móviles, éstos se colocan en el centro del rango en lugar del final del rango. Esto se realiza para colocar los valores de promedio móvil en sus posiciones centrales en el tiempo.

Promedio móvil

Variable: Longitud de MA:

Centrar los promedios móviles

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

Iniciar desde origen:

Vamos a realizar de nuevo el pronóstico pero esta vez vamos a pedirle al Minitab que nos centre los promedios

Promedio Móvil

Observe que el pronóstico no cambia, pero la exactitud del mismo mejora cuando centramos los promedios, esto se observa en las mejores medidas de exactitud y en un rango de exactitud menor

CON PROMEDIOS SIN CENTRAR

Promedio móvil de Ventas

Método

| | |
|-----------------------------|--------|
| Datos | Ventas |
| Longitud | 12 |
| Número de valores faltantes | 0 |

Promedio móvil

| | |
|----------|---|
| Longitud | 3 |
|----------|---|

Medidas de exactitud

| | |
|------|---------|
| MAPE | 9,9766 |
| MAD | 6,1852 |
| MSD | 50,8519 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 65 | 51,0234 | 78,9766 |

CON PROMEDIOS CENTRADOS

Promedio móvil de Ventas

Método

| | |
|-----------------------------|--------|
| Datos | Ventas |
| Longitud | 12 |
| Número de valores faltantes | 0 |

Promedio móvil

| | |
|----------|---|
| Longitud | 3 |
|----------|---|

Medidas de exactitud

| | |
|------|---------|
| MAPE | 8,8404 |
| MAD | 5,5000 |
| MSD | 43,1667 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 65 | 52,1228 | 77,8772 |

Pronósticos con Minitab

AHORA VAMOS AVANZAR MÁS RÁPIDO UNA VEZ
EXPLICADA CON DETALLE COMO SE TRABAJA EN
MINITAB

Vamos a resolver con suavización exponencial simple

The screenshot shows a software interface with a menu open. The menu path is: Estadísticas > Series de tiempo > Suavizado exp. simple... The 'Suavizado exp. simple...' option is highlighted. A tooltip is visible for this option, providing a description of the method.

Suavizado exponencial simple
Suavice su serie utilizando un método que otorgue ponderaciones decrecientes a las observaciones más antiguas y provea pronósticos a corto plazo. No utilice esta opción cuando su serie exhiba una tendencia o un patrón estacional.

| C3 | C4 | C5 | C6 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | |

exactitud

Suavización exponencial individual ×

C1 Ventas

Variable:

Ponderación que se utilizará en suavización

ARIMA óptimo

Utilizar:

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

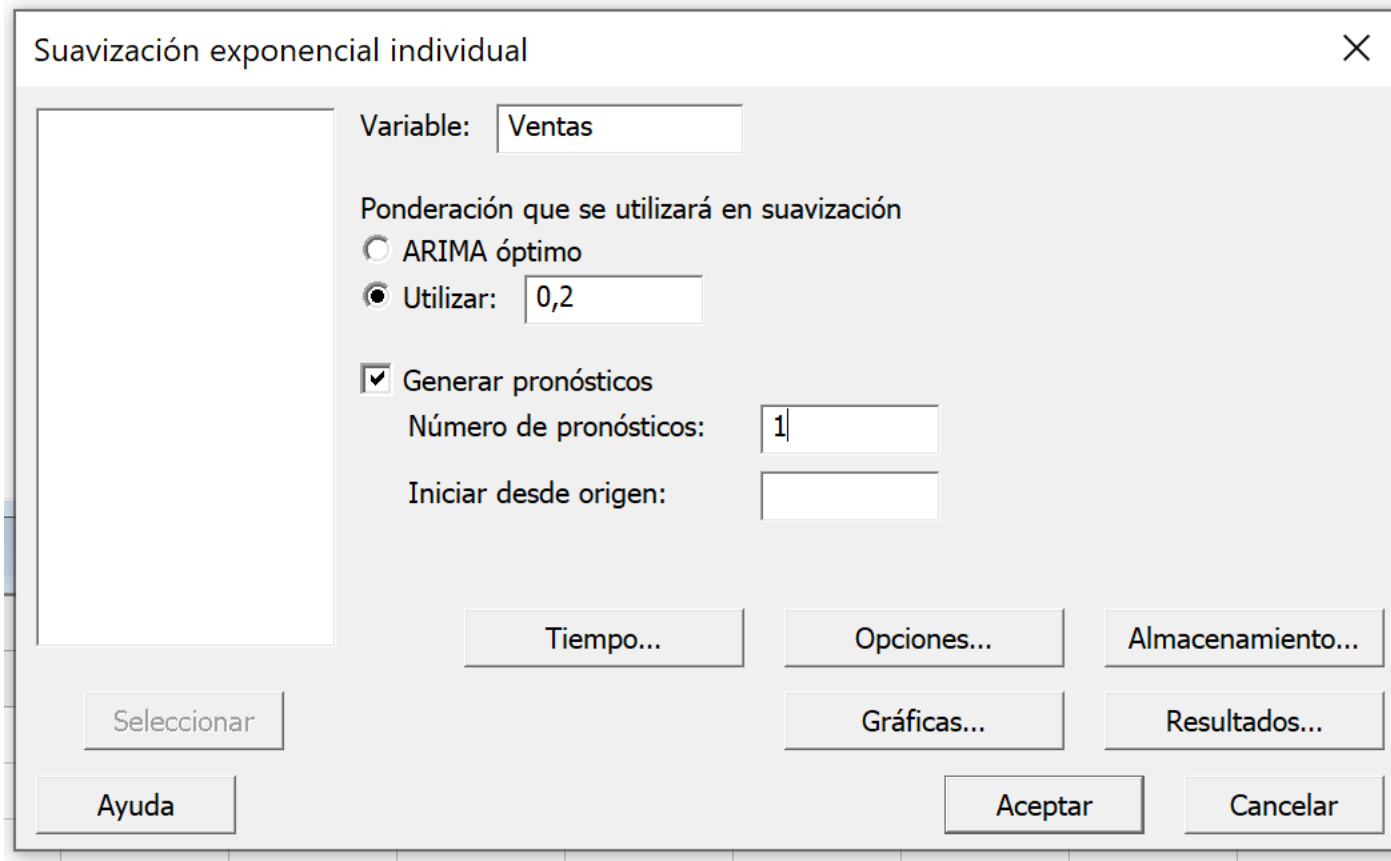
Iniciar desde origen:

Tiempo... Opciones... Almacenamiento...

Selecccionar Gráficas... Resultados...

Ayuda Aceptar Cancelar

Procedemos a llenar la caja de diálogo



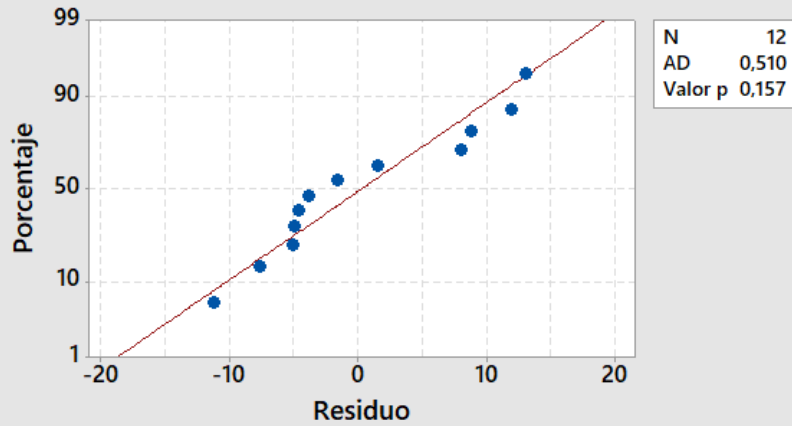
Seleccionamos la *Variable* Ventas que se encuentra en la columna C1
Podemos utilizar diferentes tipos de alfa (α), por defecto el Minitab le
asigna un valor de 20%

Generamos 1 pronóstico en el futuro, que es lo más que puede hacer
este método y le damos *Aceptar*

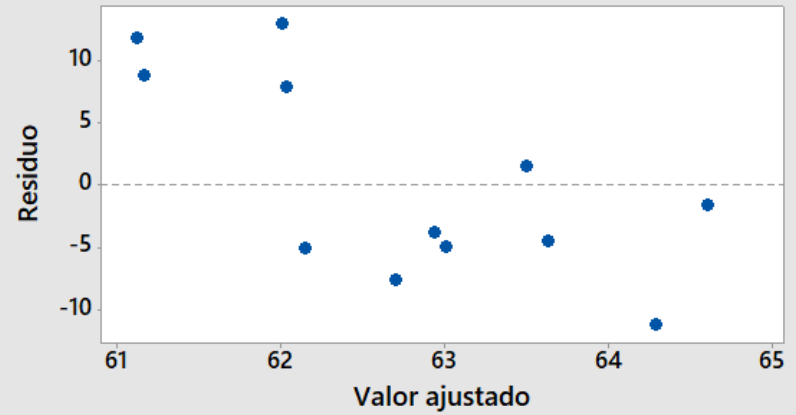
No olvide ingresar a *Opciones* y pedir el gráfico 4 en 1

Gráficas de residuos para Ventas

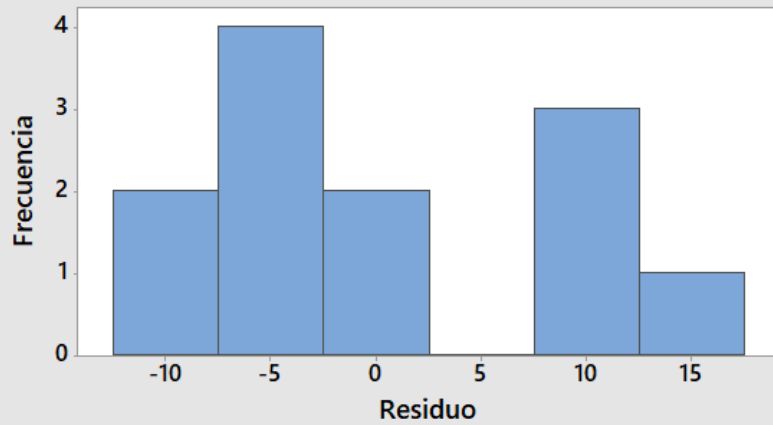
Gráfica de probabilidad normal



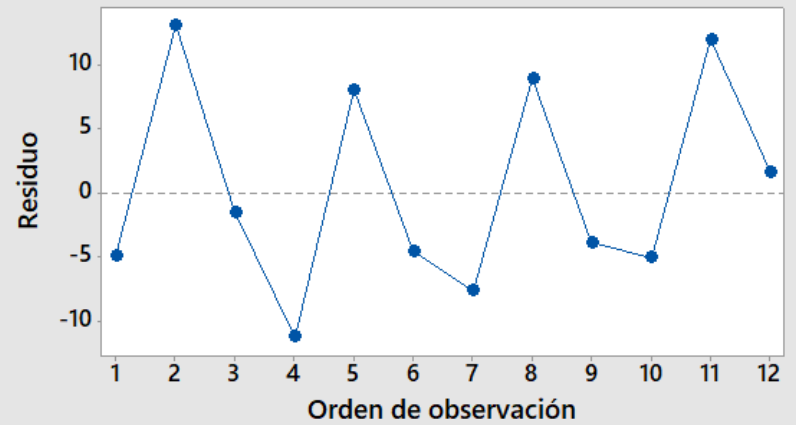
vs. ajustes



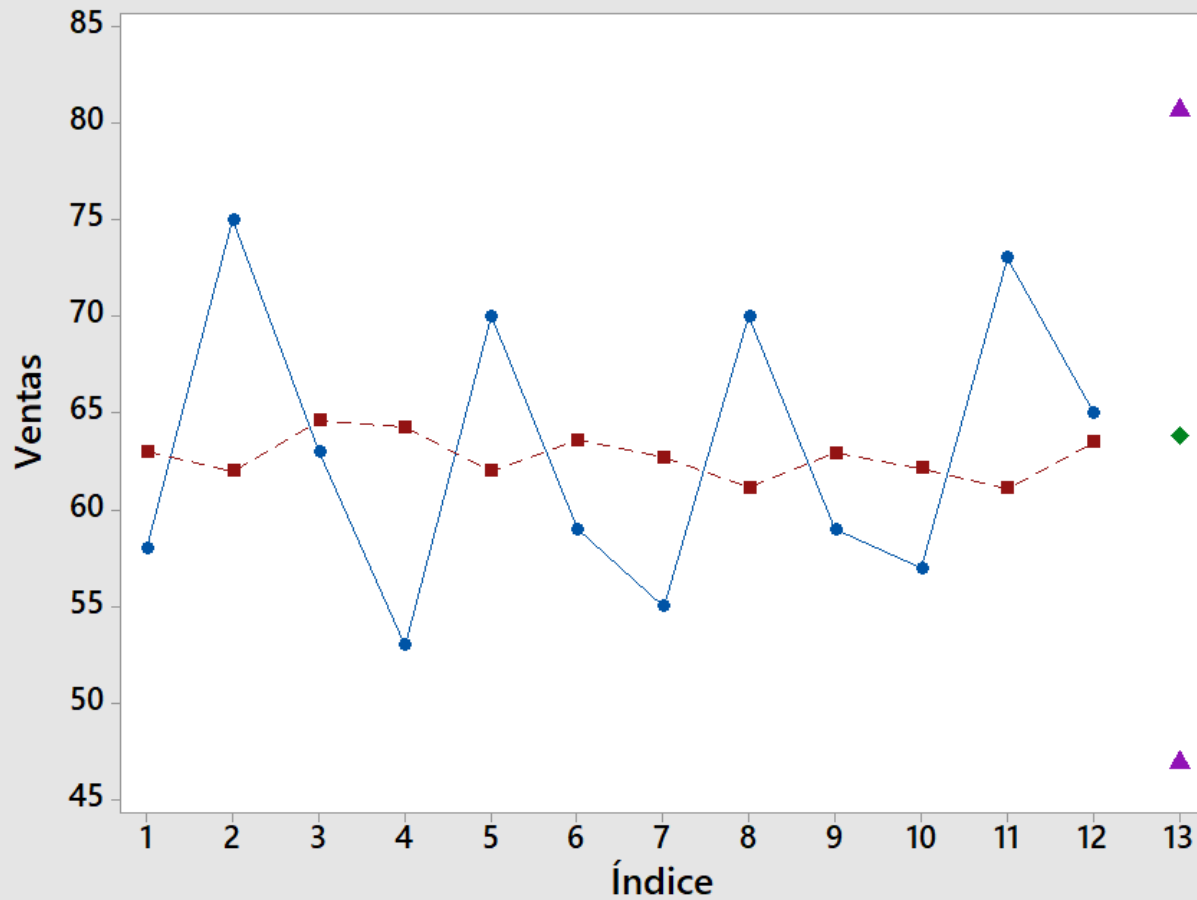
Histograma



vs. orden



Gráfica de suavización para Ventas Método exponencial simple



| Variable | |
|----------|-------------|
| —●— | Actual |
| -■- | Ajustes |
| -◇- | Pronósticos |
| -▲- | IP de 95,0% |

Constante de suavización
 α 0,2

| Medidas de exactitud | |
|----------------------|---------|
| MAPE | 10,8254 |
| MAD | 6,8731 |
| MSD | 60,9677 |

Suavización exponencial simple para Ventas

Método

Datos Ventas
Longitud 12

Constante de suavización

α 0,2

Medidas de exactitud

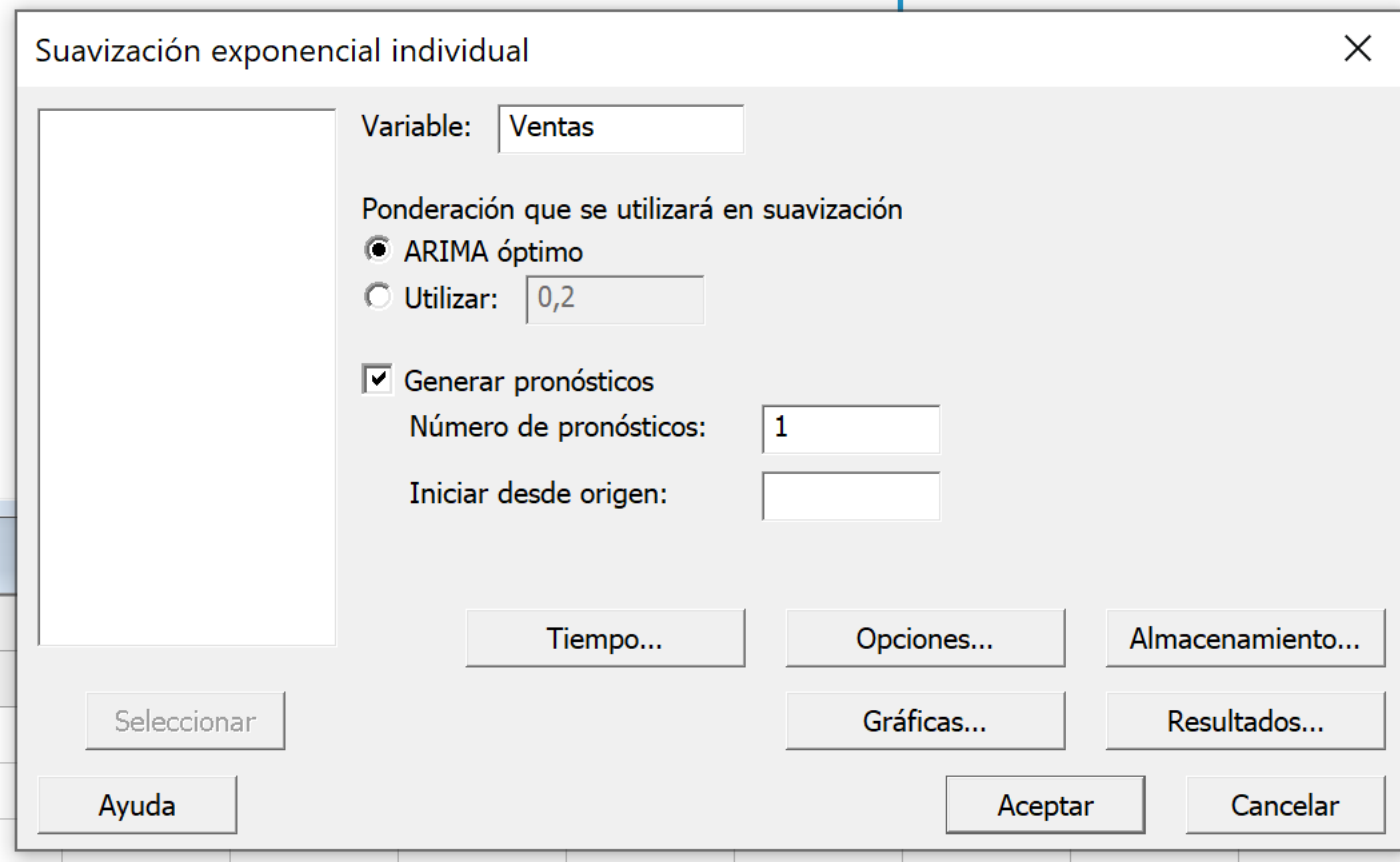
MAPE 10,8254
MAD 6,8731
MSD 60,9677

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 63,7917 | 46,9528 | 80,6306 |

Gráfica de suavización exponencial simple de Ventas

Gráficas de residuos para Ventas



Observe que en Minitab tenemos la opción de: *ARIMA óptimo*
Minitab utiliza la ponderación que minimiza la suma de los residuos cuadrados en un modelo ARIMA (0,1,1).
Un modelo ARIMA (0,1,1) calcula las diferencias de los datos e incluye un término de promedio móvil de orden 1.

Pronóstico Suavización Exponencial Simple

CON ALFA 20%

Suavización exponencial simple para Ventas

Método

Datos Ventas
Longitud 12

Constante de suavización

α 0,2

Medidas de exactitud

MAPE 10,8254
MAD 6,8731
MSD 60,9677

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 63,7917 | 46,9528 | 80,6306 |

CON ALFA ÓPTIMO (ARIMA)

Suavización exponencial simple para Ventas

Método

Datos Ventas
Longitud 12

Constante de suavización

α 0,123978

Medidas de exactitud

MAPE 11,1934
MAD 6,9646
MSD 58,3778

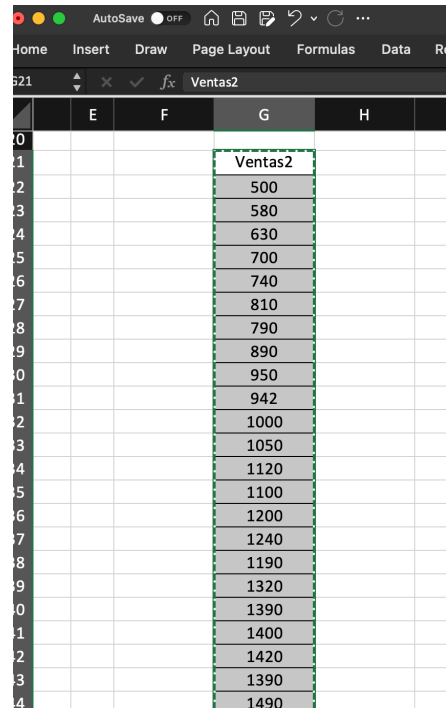
Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 13 | 63,8326 | 46,7697 | 80,8954 |

| Mes | Anos | | |
|-----------|---------|------|------|
| | 2000 | 2001 | 2002 |
| Enero | 500 | 1120 | 1540 |
| Febrero | 580 | 1100 | 1590 |
| Marzo | 630 | 1200 | 1670 |
| Abril | 700 | 1240 | 1620 |
| Mayo | 740 | 1190 | 1700 |
| Junio | 810 | 1320 | 1786 |
| Julio | 790 | 1390 | 1695 |
| Agosto | 890 | 1400 | 1800 |
| Setiembre | 950 | 1420 | 1890 |
| Octubre | 942 | 1390 | 1950 |
| Noviembre | 1000 | 1490 | 1990 |
| Diciembre | 1050 | 1500 | 2050 |
| | | | |
| | Ventas2 | | |
| | 500 | | |
| | 580 | | |
| | 630 | | |
| | 700 | | |
| | 740 | | |
| | 810 | | |
| | 790 | | |
| | 890 | | |
| | 950 | | |
| | 942 | | |
| | 1000 | | |
| | 1050 | | |

Ejercicio 2
Pasamos los datos que están en 3 columnas a una sola columna y le ponemos el nombre de Ventas2

Copiamos en Excel y pegamos en Minitab

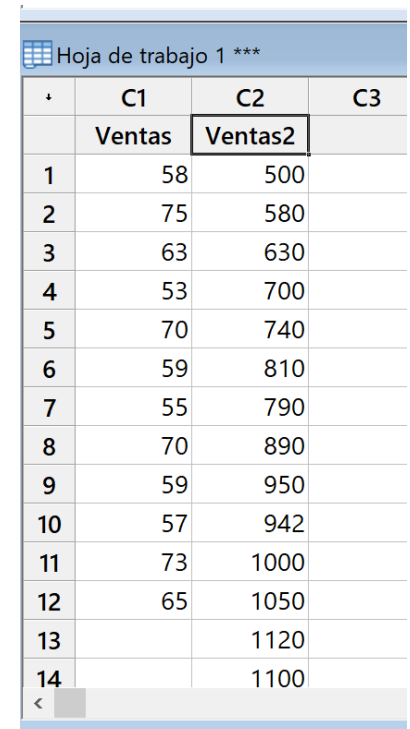


AutoSave OFF

Home Insert Draw Page Layout Formulas Data

Ventas2

| | E | F | G | H |
|---|---|---|---------|---|
| 0 | | | Ventas2 | |
| 1 | | | 500 | |
| 2 | | | 580 | |
| 3 | | | 630 | |
| 4 | | | 700 | |
| 5 | | | 740 | |
| 6 | | | 810 | |
| 7 | | | 790 | |
| 8 | | | 890 | |
| 9 | | | 950 | |
| 0 | | | 942 | |
| 1 | | | 1000 | |
| 2 | | | 1050 | |
| 3 | | | 1120 | |
| 4 | | | 1100 | |
| 5 | | | 1200 | |
| 6 | | | 1240 | |
| 7 | | | 1190 | |
| 8 | | | 1320 | |
| 9 | | | 1390 | |
| 0 | | | 1400 | |
| 1 | | | 1420 | |
| 2 | | | 1390 | |
| 3 | | | 1490 | |
| 4 | | | | |



Hoja de trabajo 1 ***

| | C1 | C2 | C3 |
|----|--------|---------|----|
| | Ventas | Ventas2 | |
| 1 | 58 | 500 | |
| 2 | 75 | 580 | |
| 3 | 63 | 630 | |
| 4 | 53 | 700 | |
| 5 | 70 | 740 | |
| 6 | 59 | 810 | |
| 7 | 55 | 790 | |
| 8 | 70 | 890 | |
| 9 | 59 | 950 | |
| 10 | 57 | 942 | |
| 11 | 73 | 1000 | |
| 12 | 65 | 1050 | |
| 13 | | 1120 | |
| 14 | | 1100 | |

Suavización exponencial doble X

| | | |
|------------|-----------|----------------------|
| C1 Ventas | Variable: | <input type="text"/> |
| C2 Ventas2 | | |

Ponderaciones que se usarán en suavización

ARIMA óptimo

Ponderación especificada

Para nivel:

Para tendencia:

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

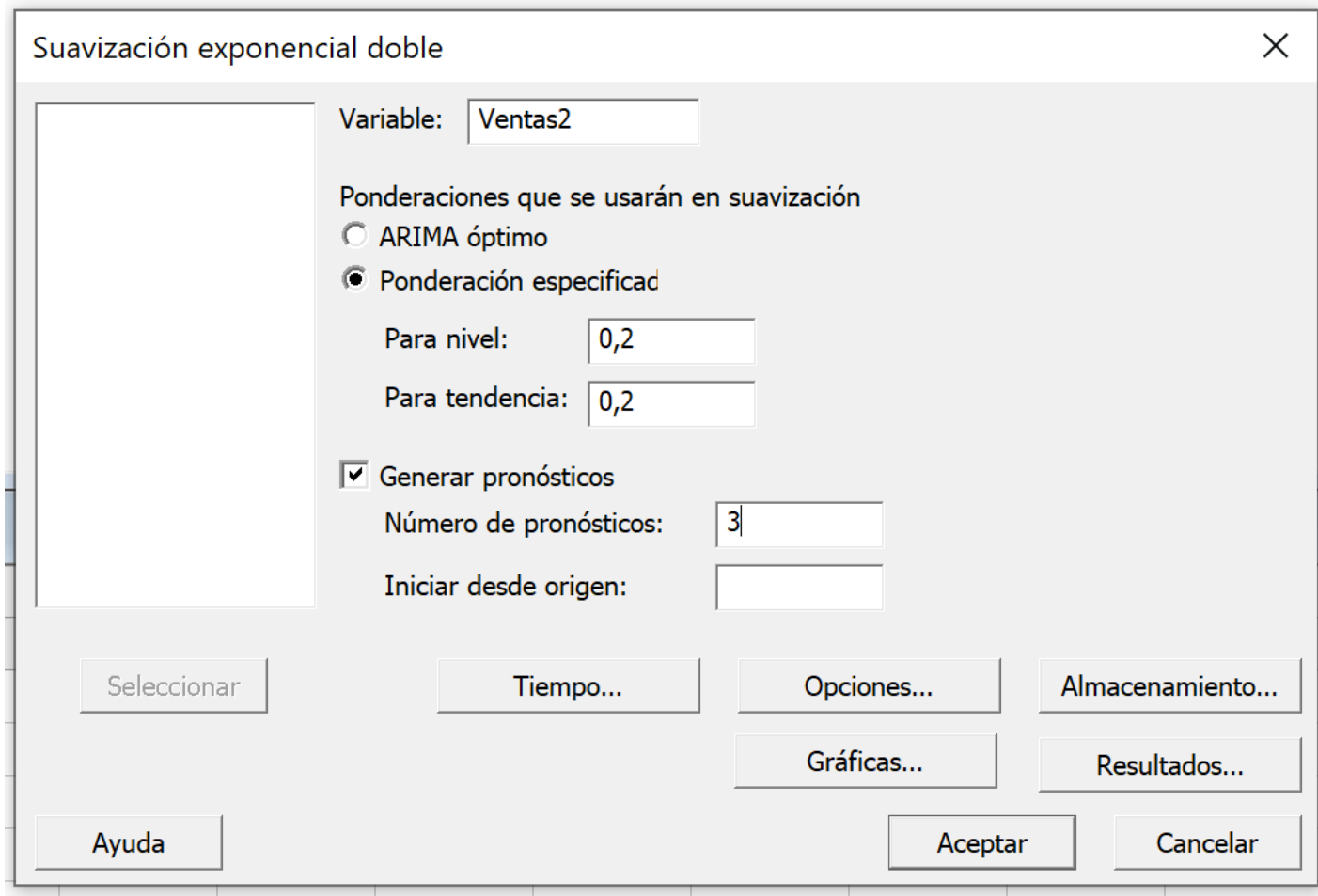
Iniciar desde origen:

Seleccionar Tiempo... Opciones... Almacenamiento...

Gráficas... Resultados...

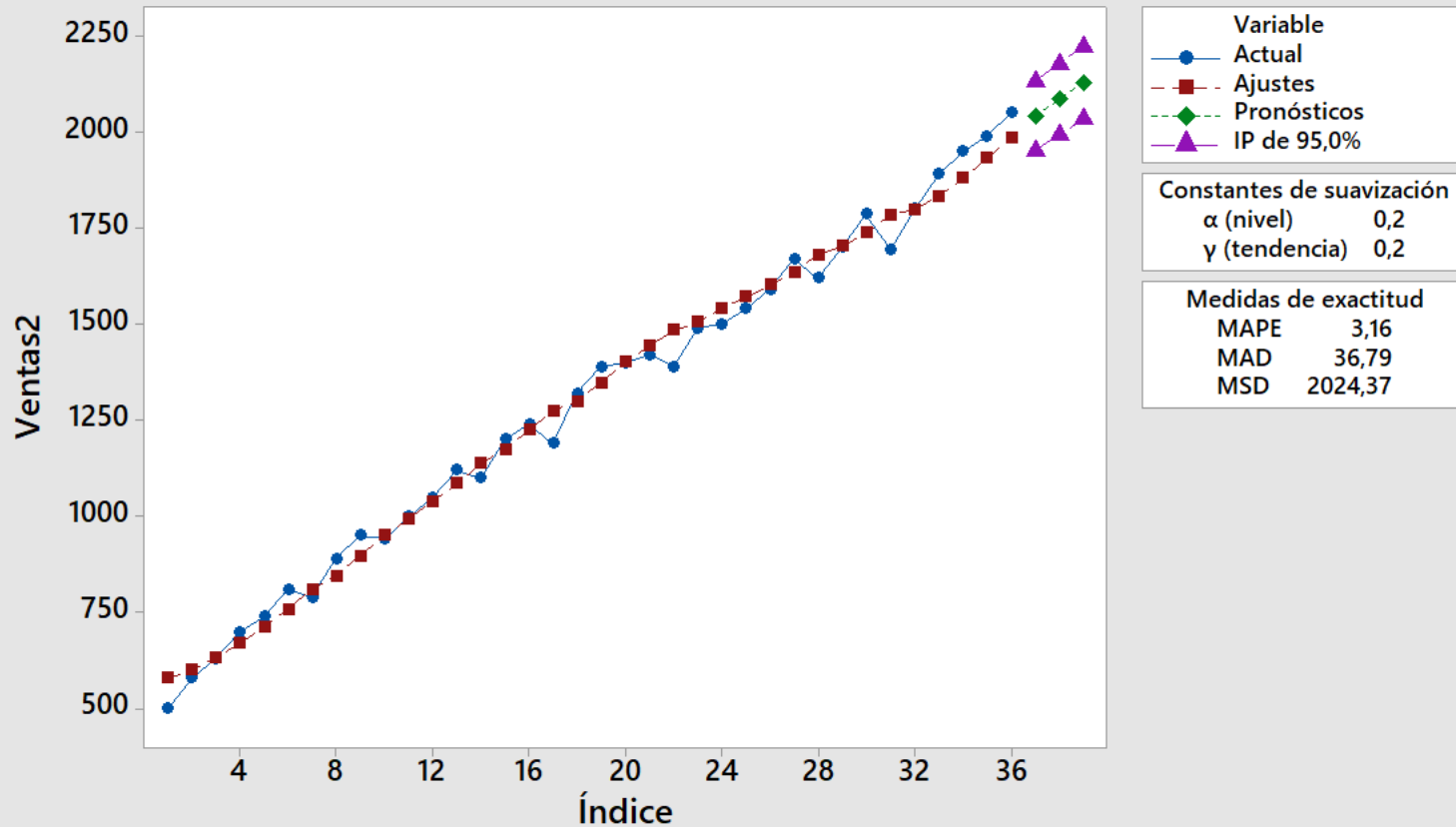
Ayuda Aceptar Cancelar

Seleccionamos los datos de la segunda empresa, ya que estos tienen tendencia y el método de holt es para ventas con tendencia



Llenamos la caja de dialogo con la información requerida.
Observe que puede poner los valores de alfa (α) y beta (β) que usted desee.
Por defecto el Minitab le pondrá un 20% a ambos.
Con este método podemos pronosticar los valores que queramos en el futuro,
vamos a pronosticar 3 periodos en el futuro

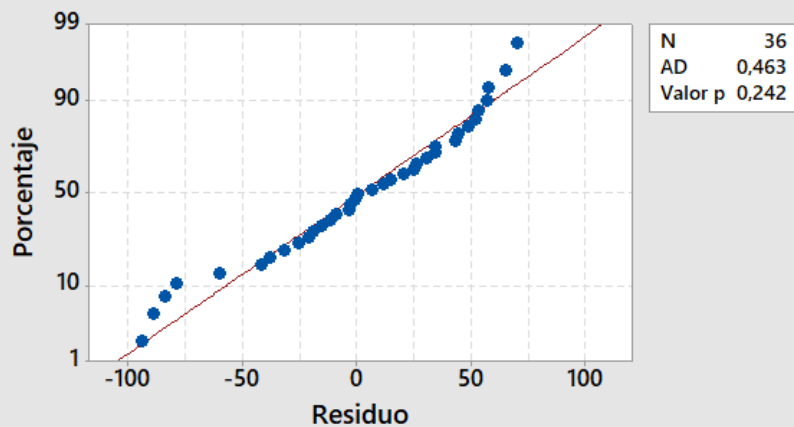
Gráfica de suavización para Ventas2 Método exponencial doble



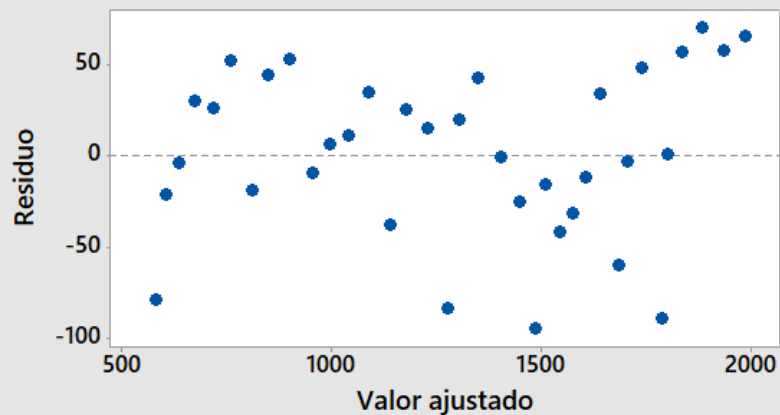
Observe en el gráfico como el Minitab pronostica no sólo los 3 meses en el futuro, también pronostica el rango para esos pronósticos

Gráficas de residuos para Ventas2

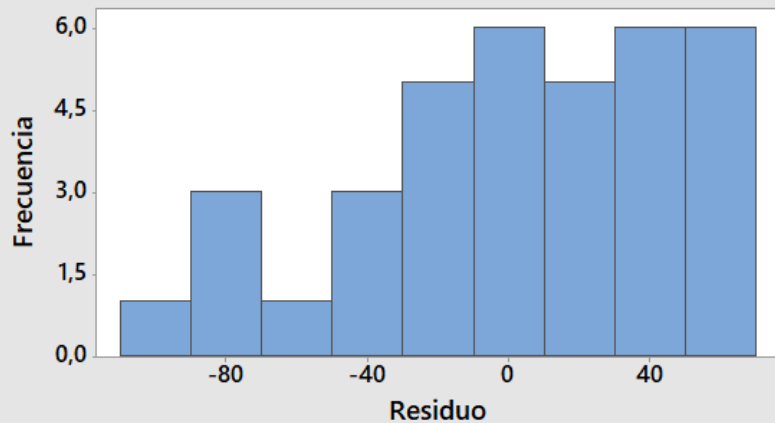
Gráfica de probabilidad normal



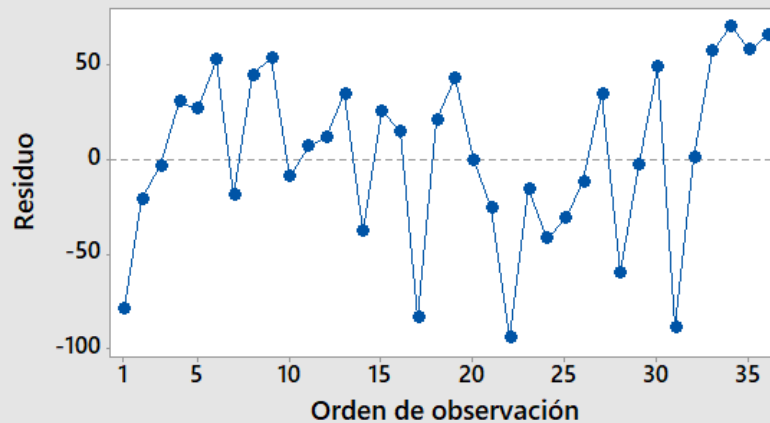
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Suavización exponencial doble para Ventas2

Método

Datos Ventas2
Longitud 36

Constantes de suavización

α (nivel) 0,2
 γ (tendencia) 0,2



En clase asignamos la letra Beta para indicar el índice de tendencia
En Minitab se usa la letra Gamma para el índice de tendencia.

Medidas de exactitud

MAPE 3,16
MAD 36,79
MSD 2024,37

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 37 | 2041,15 | 1951,01 | 2131,28 |
| 38 | 2084,49 | 1992,47 | 2176,51 |
| 39 | 2127,83 | 2033,79 | 2221,87 |

Gráfica de suavización exponencial doble de Ventas2

Suavización exponencial doble

Variable: Ventas2

Ponderaciones que se usarán en suavización

ARIMA óptimo

Ponderación especificad

Para nivel: 0,2

Para tendencia: 0,2

Generar pronósticos

Número de pronósticos: 3

Iniciar desde origen:

Seleccionar Tiempo... Opciones... Almacenamiento...

Gráficas... Resultados...

Ayuda Aceptar Cancelar

Óptimizando con ARIMA

Suavización exponencial doble o método de Holt

CON ALFA Y BETA DE 20%

Suavización exponencial doble para Ventas2

Método

Datos Ventas2
Longitud 36

Constantes de suavización

α (nivel) 0,2
 γ (tendencia) 0,2

Medidas de exactitud

MAPE 3,16
MAD 36,79
MSD 2024,37

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 37 | 2041,15 | 1951,01 | 2131,28 |
| 38 | 2084,49 | 1992,47 | 2176,51 |
| 39 | 2127,83 | 2033,79 | 2221,87 |

CON ARIMA ÓPTIMO

Suavización exponencial doble para Ventas2

Método

Datos Ventas2
Longitud 36

Constantes de suavización

α (nivel) 0,493042
 γ (tendencia) 0,063074

Medidas de exactitud

MAPE 2,67
MAD 32,99
MSD 1789,48

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 37 | 2079,13 | 1998,30 | 2159,97 |
| 38 | 2122,77 | 2031,42 | 2214,13 |
| 39 | 2166,42 | 2063,44 | 2269,39 |

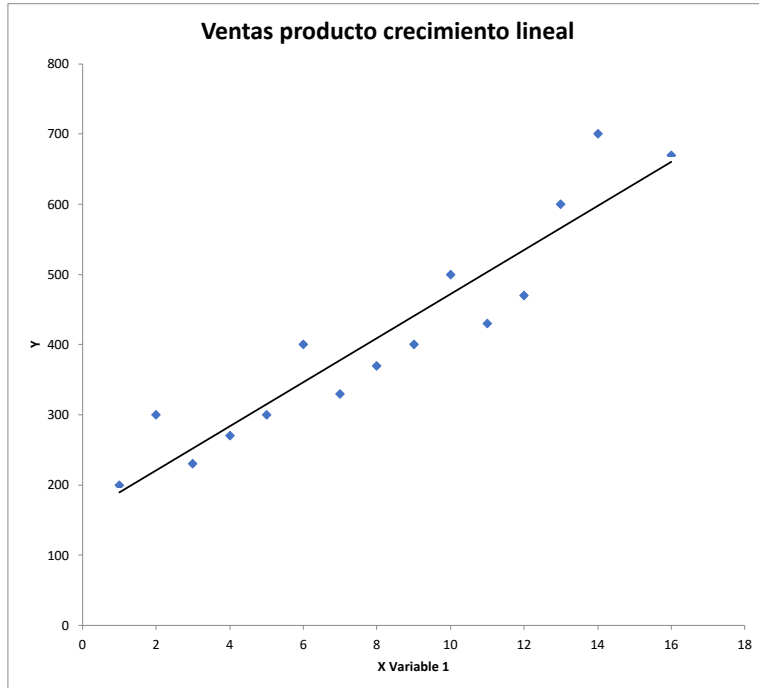
Ejercicio 3

Empresa con ventas con tendencia y estacionales
Uno de sus productos presenta aumentos que crecen de forma exponencial

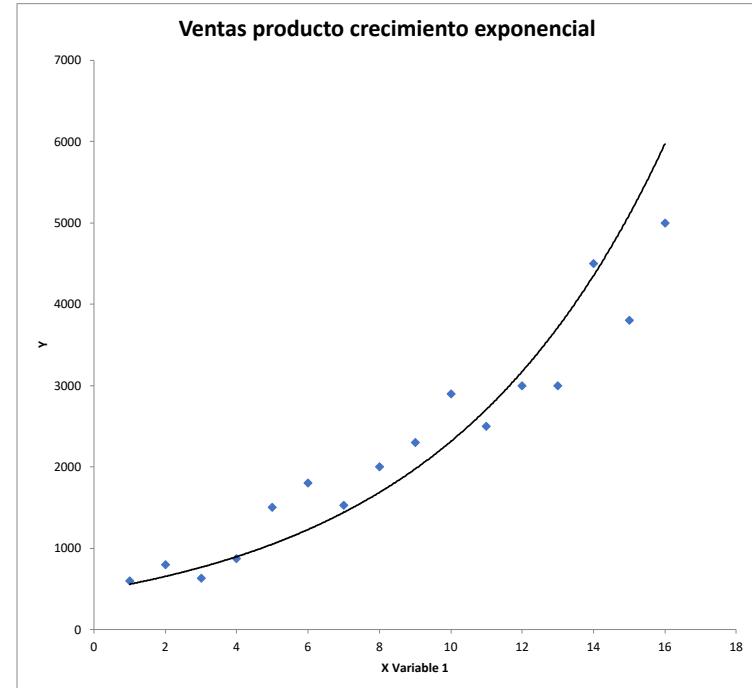
| Sumativo (aditivo) | | | Multiplicativo | | |
|--------------------|---------------|-----|----------------|---------------|------|
| Año 1 | I Trimestre | 200 | Año 1 | I Trimestre | 600 |
| | II Trimestre | 300 | | II Trimestre | 800 |
| | III Trimestre | 230 | | III Trimestre | 630 |
| | IV Trimestre | 270 | | IV Trimestre | 870 |
| Año 2 | I Trimestre | 300 | Año 2 | I Trimestre | 1500 |
| | II Trimestre | 400 | | II Trimestre | 1800 |
| | III Trimestre | 330 | | III Trimestre | 1530 |
| | IV Trimestre | 370 | | IV Trimestre | 2000 |
| Año 3 | I Trimestre | 400 | Año 3 | I Trimestre | 2300 |
| | II Trimestre | 500 | | II Trimestre | 2900 |
| | III Trimestre | 430 | | III Trimestre | 2500 |
| | IV Trimestre | 470 | | IV Trimestre | 3000 |
| Año 4 | I Trimestre | 600 | Año 4 | I Trimestre | 3000 |
| | II Trimestre | 700 | | II Trimestre | 4500 |
| | III Trimestre | 630 | | III Trimestre | 3800 |
| | IV Trimestre | 670 | | IV Trimestre | 5000 |

Método de Winters

PARA VENTAS CON CRECIMIENTO LINEAL ES RECOMENDABLE EL MODELO ADITIVO

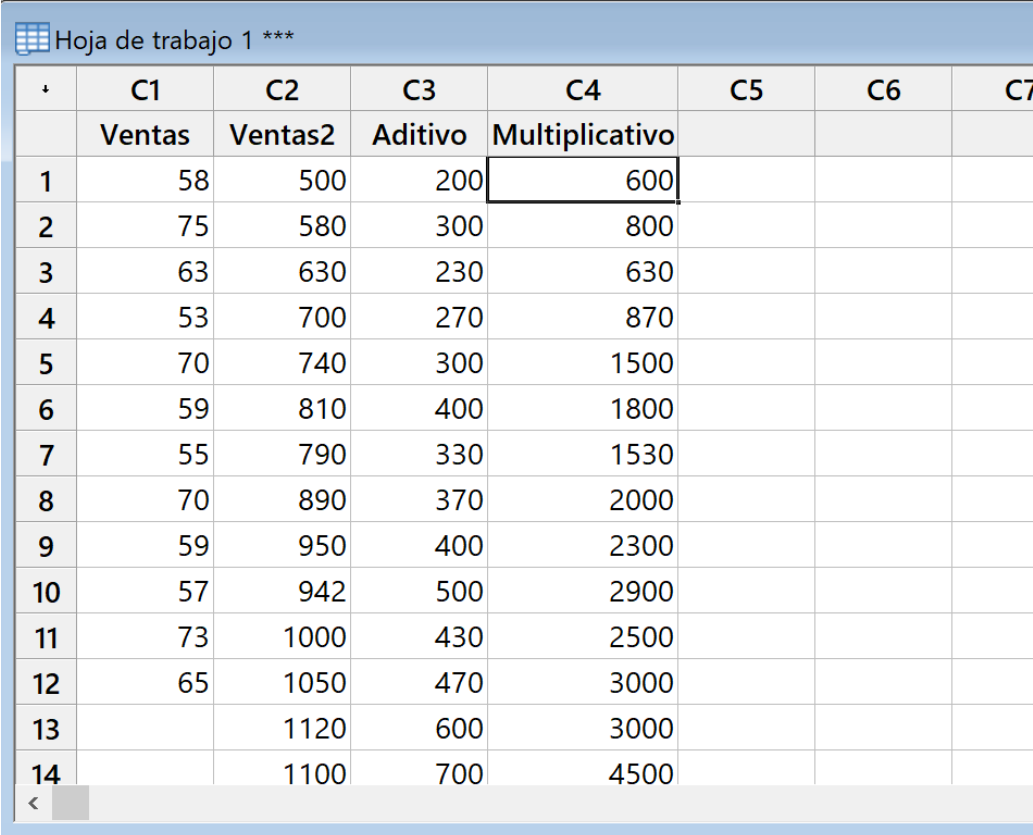


PARA VENTAS CON CRECIMIENTO EXPONENCIAL ES RECOMENDABLE EL MODELO MULTIPLICATIVO



Copiamos desde el excel hacia el minitab las ventas del producto con crecimiento lineal y las ventas con crecimiento exponencial.

Les ponemos como título aditivo y multiplicativo respectivamente



The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "Hoja de trabajo 1 ***". The spreadsheet contains a table with 14 rows and 7 columns. The columns are labeled C1 through C7. The first row (row 1) has headers: C1: Ventas, C2: Ventas2, C3: Aditivo, C4: Multiplicativo, C5, C6, and C7. The data rows (rows 2-14) contain numerical values for each column. The values for 'Ventas' range from 53 to 75. The values for 'Ventas2' range from 700 to 1120. The values for 'Aditivo' range from 200 to 700. The values for 'Multiplicativo' range from 600 to 4500. The values for 'C5', 'C6', and 'C7' are empty.

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|----|--------|---------|---------|----------------|----|----|----|
| | Ventas | Ventas2 | Aditivo | Multiplicativo | | | |
| 1 | 58 | 500 | 200 | 600 | | | |
| 2 | 75 | 580 | 300 | 800 | | | |
| 3 | 63 | 630 | 230 | 630 | | | |
| 4 | 53 | 700 | 270 | 870 | | | |
| 5 | 70 | 740 | 300 | 1500 | | | |
| 6 | 59 | 810 | 400 | 1800 | | | |
| 7 | 55 | 790 | 330 | 1530 | | | |
| 8 | 70 | 890 | 370 | 2000 | | | |
| 9 | 59 | 950 | 400 | 2300 | | | |
| 10 | 57 | 942 | 500 | 2900 | | | |
| 11 | 73 | 1000 | 430 | 2500 | | | |
| 12 | 65 | 1050 | 470 | 3000 | | | |
| 13 | | 1120 | 600 | 3000 | | | |
| 14 | | 1100 | 700 | 4500 | | | |

Método de Winters

Vamos a calcular primero el pronóstico para el producto con crecimiento lineal.

Para ello utilizaremos el método de Winters Aditivo.

Método de Winters

C1 Ventas
C2 Ventas2
C3 Aditivo
C4 Multiplicativo

Variable: Longitud estacional:

Tipo de método

Multiplicativo
 Aditivo

Ponderaciones que se usarán en suavización

Nivel:
Tendencia:
Estacional:

Generar pronósticos
Número de pronósticos:
Iniciar desde origen:

Seleccionar

Tiempo... Opciones... Almacenamiento...
Gráficas... Resultados...

Ayuda Aceptar Cancelar

Vamos a seleccionar la columna que tiene los datos del producto con ventas crecen linealmente

Método de Winters

Variable: Longitud estacional:

Tipo de método

Multiplicativo

Aditivo

Ponderaciones que se usarán en suavización

Nivel:

Tendencia:

Estacional:

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

Iniciar desde origen:

Seleccionar

Tiempo...

Opciones...

Almacenamiento...

Gráficas...

Resultados...

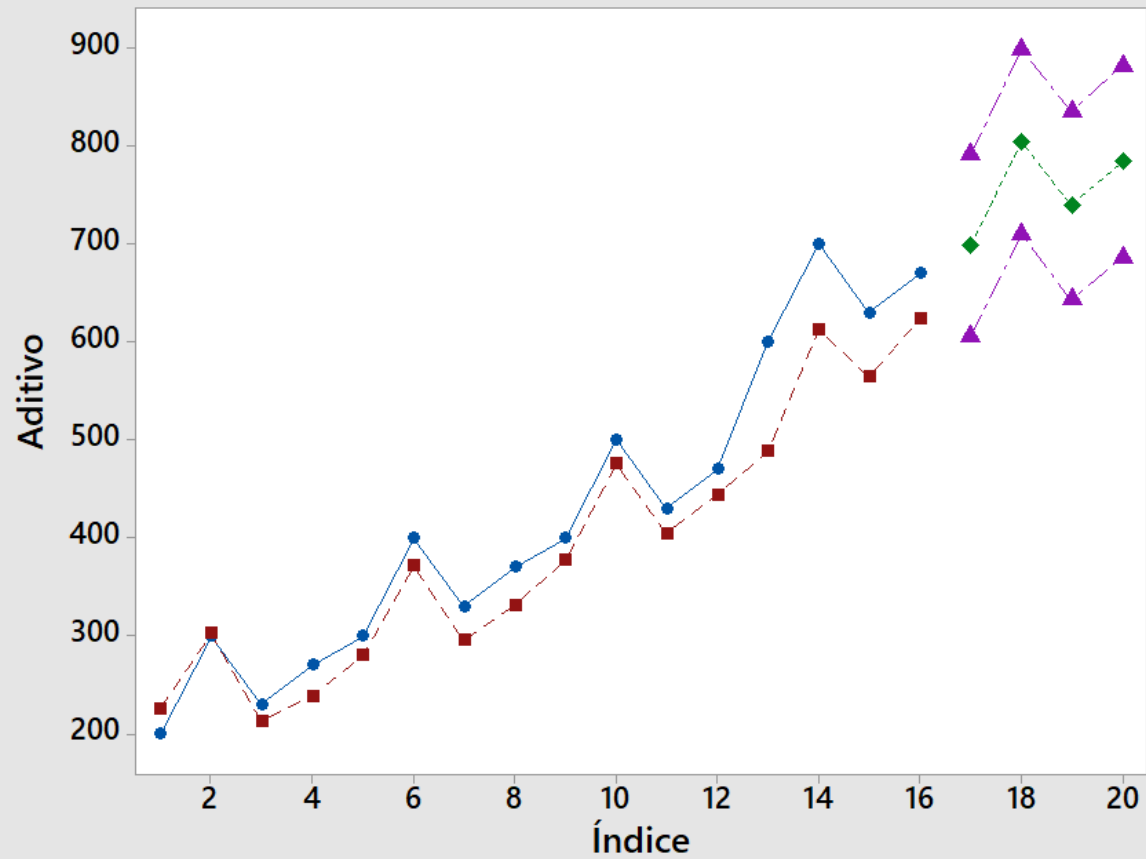
Ayuda

Aceptar

Cancelar

Igual que en los anteriores el Minitab por defecto le dará un valor de 20% a todos los índices (alfa, beta y gamma) pero usted puede cambiarlos en cualquier momento (recuerde que sólo se pueden usar valores ente 0 y 1) En la *Longitud estacional* (L) usamos un valor de 4 ya que las ventas están agrupadas en trimestres y un año tiene 4 trimestres. Vamos a pronosticar 4 periodos en el futuro con el método *Aditivo* es decir los 4 trimesteres del próximo año.

Gráfica del método Winters de Aditivo Método aditivo



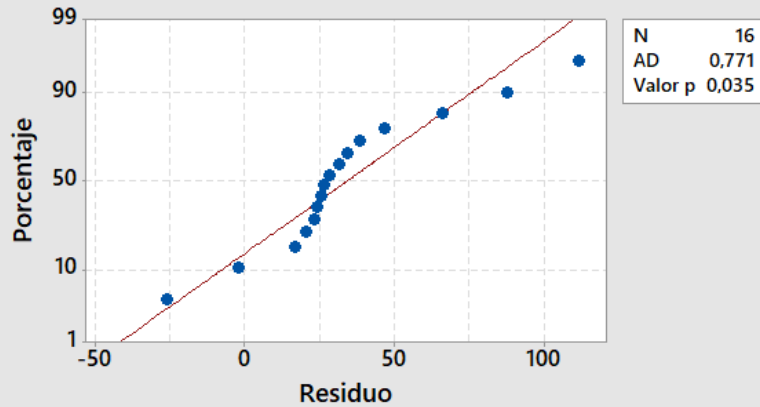
| Variable | |
|-------------|---|
| Actual | ● |
| Ajustes | ■ |
| Pronósticos | ◆ |
| IP de 95,0% | ▲ |

| Constantes de suavización | |
|---------------------------|-----|
| α (nivel) | 0,2 |
| γ (tendencia) | 0,2 |
| δ (estacional) | 0,2 |

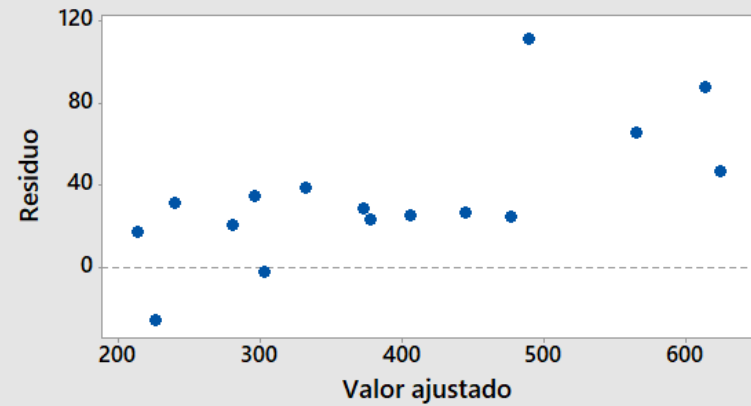
| Medidas de exactitud | |
|----------------------|---------|
| MAPE | 8,59 |
| MAD | 37,90 |
| MSD | 2171,62 |

Gráficas de residuos para Aditivo

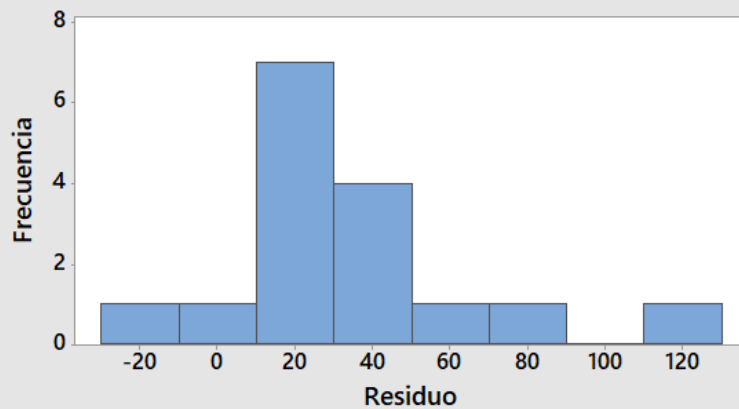
Gráfica de probabilidad normal



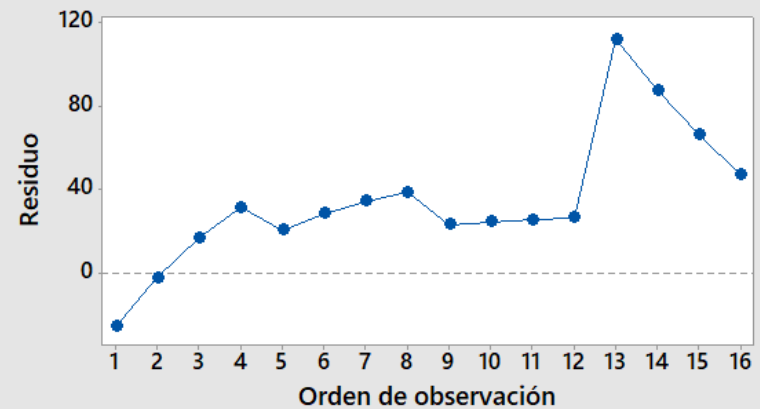
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Método de Winters para Aditivo

Método

| | |
|----------------|----------------|
| Tipo de modelo | Método aditivo |
| Datos | Aditivo |
| Longitud | 16 |

Constantes de suavización

| | |
|-----------------------|-----|
| α (nivel) | 0,2 |
| γ (tendencia) | 0,2 |
| δ (estacional) | 0,2 |

Medidas de exactitud

| | |
|------|---------|
| MAPE | 8,59 |
| MAD | 37,90 |
| MSD | 2171,62 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 17 | 698,105 | 605,243 | 790,968 |
| 18 | 804,078 | 709,761 | 898,396 |
| 19 | 739,353 | 643,414 | 835,293 |
| 20 | 784,024 | 686,303 | 881,744 |

Gráfica del método Winters de Aditivo

Gráficas de residuos para Aditivo

El Minitab no puede utilizar Arima para el caso de Winters.

Lo que nosotros llamamos alfa (atenuación simple), beta (atenuación por tendencia) y gamma (atenuación por estacionalidad)

Minitab los llama alfa, gamma y delta.

En Minitab, además de los pronósticos de los 4 próximos trimestres, nos da los intervalos de confianza para esos pronósticos.

Método de Winters

Ahora vamos a calcular el pronóstico para el producto con crecimiento exponencial.

Para ello utilizaremos el método de Winters Multiplicativo.

Método de Winters



Variable:

Longitud estacional:

Tipo de método

Multiplicativo

Aditivo

Ponderaciones que se usarán en suavización

Nivel:

Tendencia:

Estacional:

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

Iniciar desde origen:

Seleccionar

Tiempo...

Opciones...

Almacenamiento...

Gráficas...

Resultados...

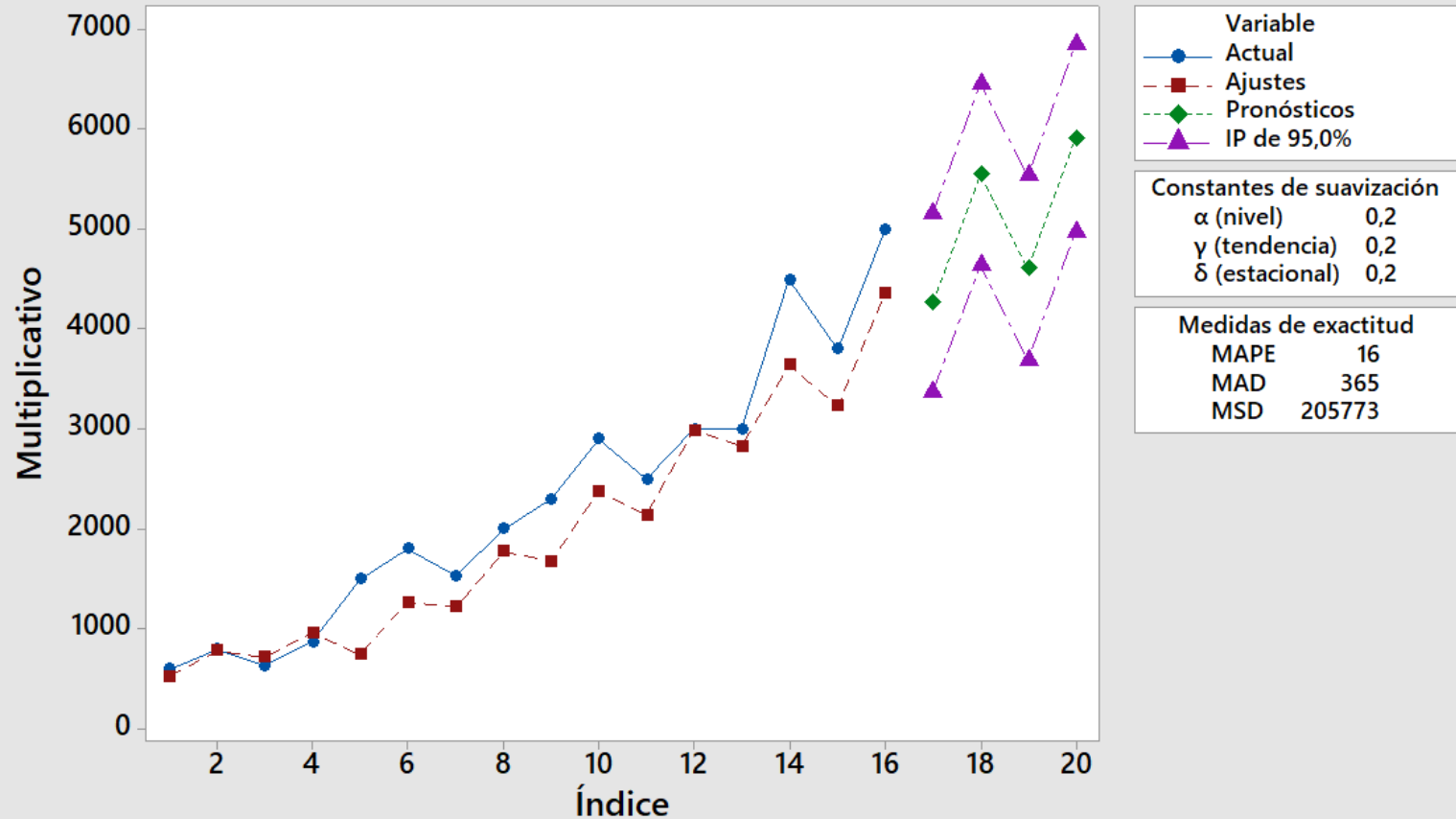
Ayuda

Aceptar

Cancelar

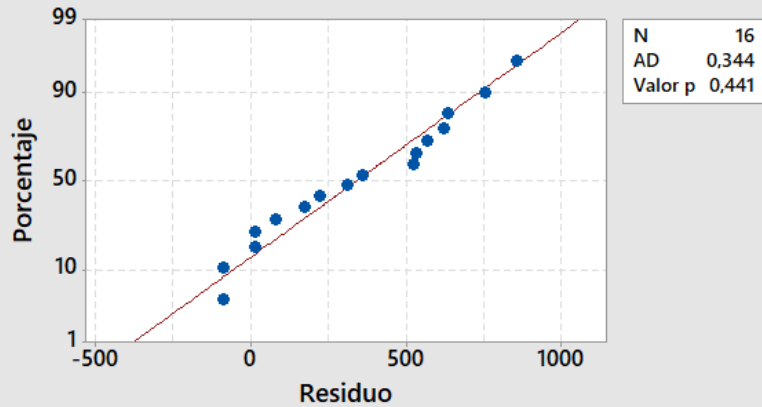
Gráfica del método Winters de Multiplicativo

Método multiplicativo

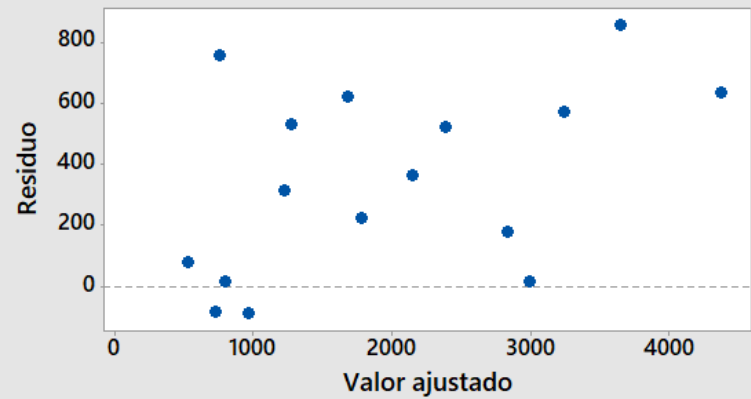


Gráficas de residuos para Multiplicativo

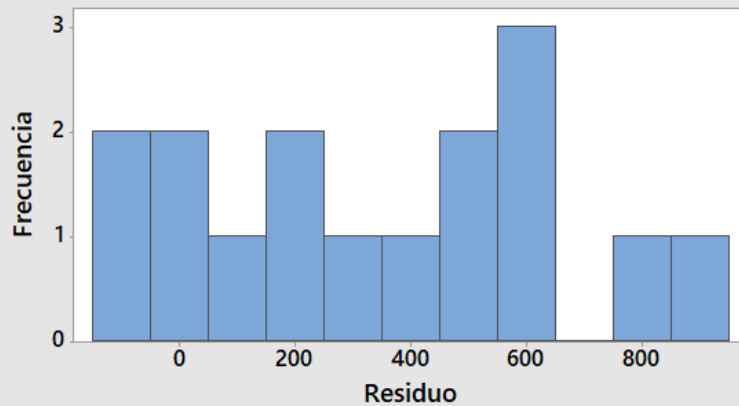
Gráfica de probabilidad normal



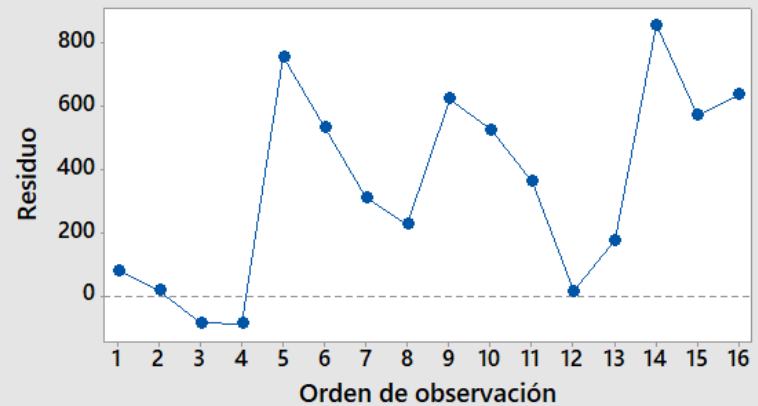
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Método de Winters para Multiplicativo

Método

| | |
|----------------|-----------------------|
| Tipo de modelo | Método multiplicativo |
| Datos | Multiplicativo |
| Longitud | 16 |

Constantes de suavización

| | |
|-----------------------|-----|
| α (nivel) | 0,2 |
| γ (tendencia) | 0,2 |
| δ (estacional) | 0,2 |

Medidas de exactitud

| | |
|------|--------|
| MAPE | 16 |
| MAD | 365 |
| MSD | 205773 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico | Inferior | Superior |
|---------|------------|----------|----------|
| 17 | 4265,95 | 3372,73 | 5159,17 |
| 18 | 5548,11 | 4640,89 | 6455,32 |
| 19 | 4611,18 | 3688,36 | 5534,00 |
| 20 | 5913,98 | 4974,03 | 6853,94 |

Gráfica del método Winters de Multiplicativo

Gráficas de residuos para Multiplicativo

Modelos Causales

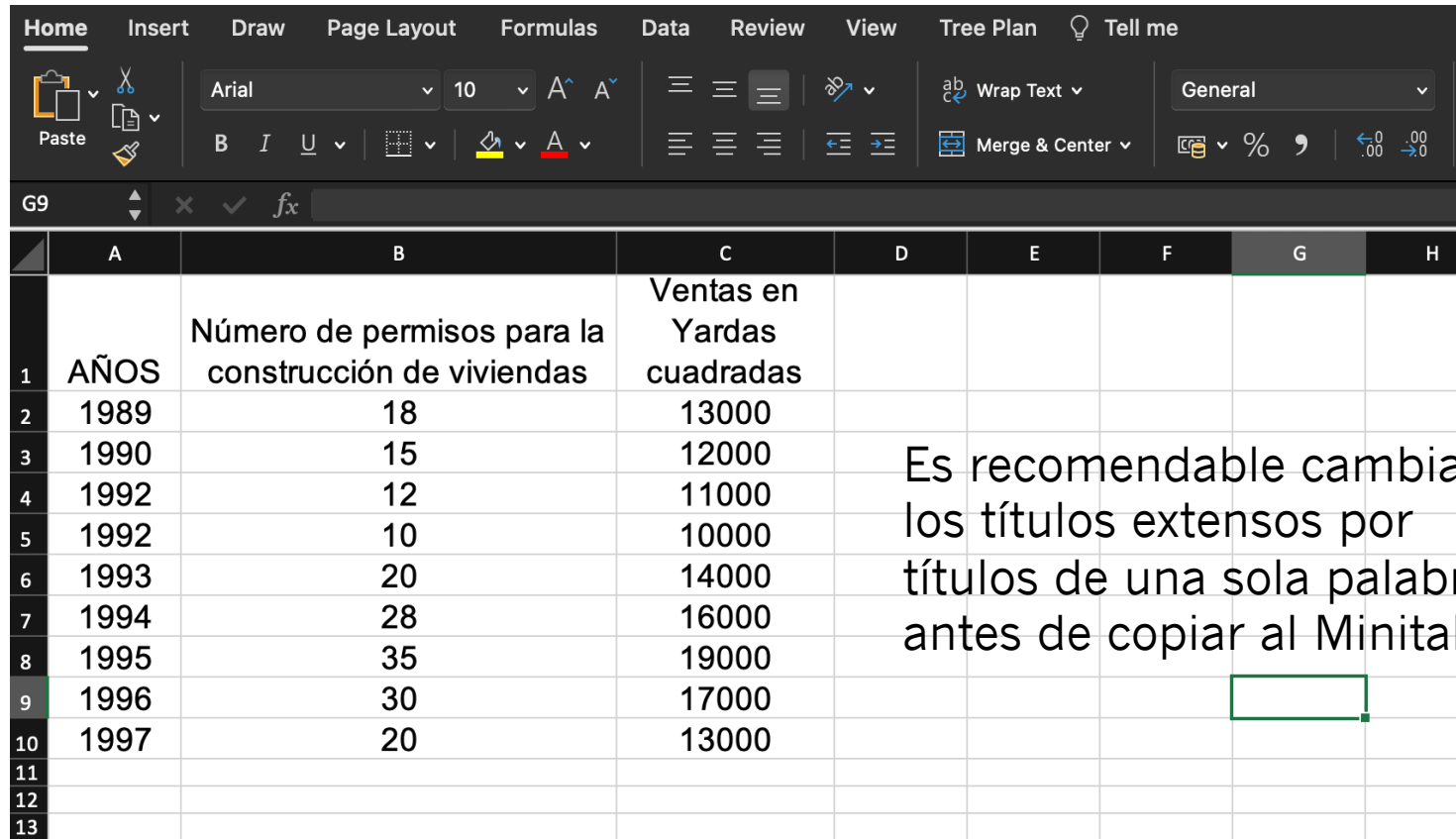
1. Regresión Lineal
2. Regresión Múltiple



Ejercicios para Regresión

Para los modelos de regresión lineal y regresión múltiple vamos a utilizar los ejercicios que usamos en la clase anterior.

Hacemos primero el ejercicio de regresión simple



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data table:

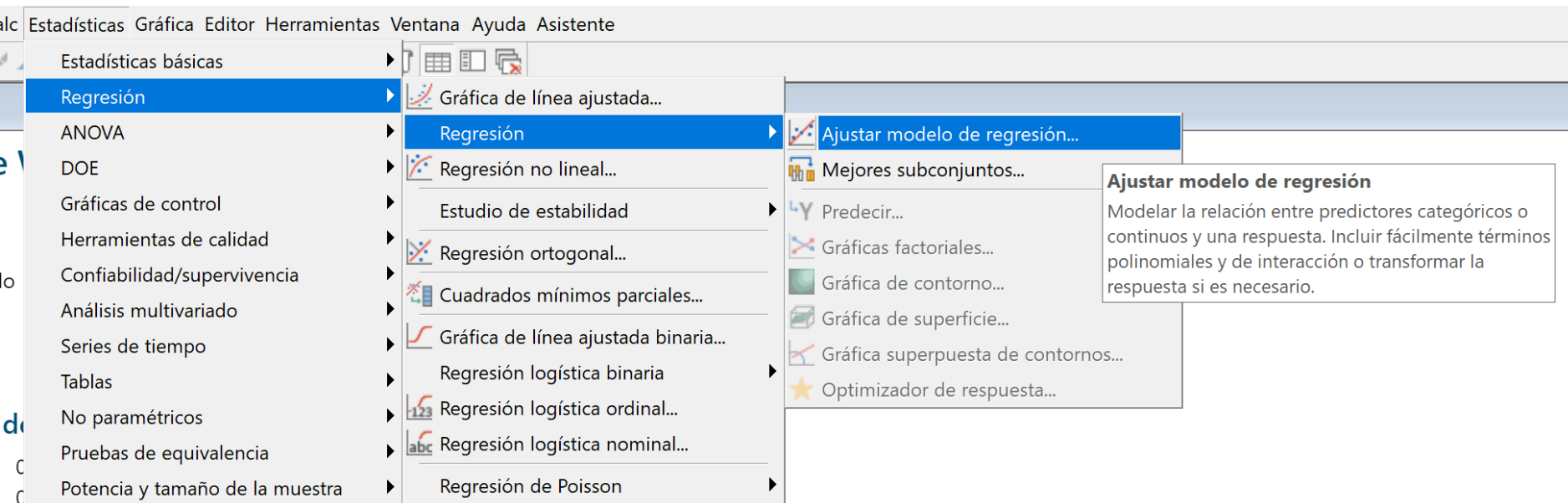
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|------|--|----------------------------|---|---|---|---|---|
| | | Número de permisos para la construcción de viviendas | Ventas en Yardas cuadradas | | | | | |
| 1 | AÑOS | | | | | | | |
| 2 | 1989 | 18 | 13000 | | | | | |
| 3 | 1990 | 15 | 12000 | | | | | |
| 4 | 1992 | 12 | 11000 | | | | | |
| 5 | 1992 | 10 | 10000 | | | | | |
| 6 | 1993 | 20 | 14000 | | | | | |
| 7 | 1994 | 28 | 16000 | | | | | |
| 8 | 1995 | 35 | 19000 | | | | | |
| 9 | 1996 | 30 | 17000 | | | | | |
| 10 | 1997 | 20 | 13000 | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |

Es recomendable cambiar los títulos extensos por títulos de una sola palabra antes de copiar al Minitab

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
|----|--------|---------|---------|----------------|----------|----------|----|----|
| | Ventas | Ventas2 | Aditivo | Multiplicativo | Permisos | Ventas_1 | | |
| 1 | 58 | 500 | 200 | 600 | 18 | 13000 | | |
| 2 | 75 | 580 | 300 | 800 | 15 | 12000 | | |
| 3 | 63 | 630 | 230 | 630 | 12 | 11000 | | |
| 4 | 53 | 700 | 270 | 870 | 10 | 10000 | | |
| 5 | 70 | 740 | 300 | 1500 | 20 | 14000 | | |
| 6 | 59 | 810 | 400 | 1800 | 28 | 16000 | | |
| 7 | 55 | 790 | 330 | 1530 | 35 | 19000 | | |
| 8 | 70 | 890 | 370 | 2000 | 30 | 17000 | | |
| 9 | 59 | 950 | 400 | 2300 | 20 | 13000 | | |
| 10 | 57 | 942 | 500 | 2900 | | | | |
| 11 | 73 | 1000 | 430 | 2500 | | | | |
| 12 | 65 | 1050 | 470 | 3000 | | | | |
| 13 | | 1120 | 600 | 3000 | | | | |

Copiamos de Excel a Minitab una vez que le hemos cambiado los títulos, en este caso Permisos se refiere a los permisos que emite la municipalidad y las ventas en yardas cuadradas le pusimos Ventas, por defecto Minitab le agrega un guión bajo y un 1 para diferenciarlo de los datos de la columna C1

Dentro del menú de *Estadísticas* se encuentra en la segunda posición la *Regresión*



Regresión



- C1 Ventas
- C2 Ventas2
- C3 Aditivo
- C4 Multiplicativo
- C5 Permisos
- C6 Ventas_1

Respuestas:

'Ventas_1'

Predictores continuos:

Permisos

Predictores categoricos:

Modelo...

Opciones...

Codificación...

Paso a paso...

Seleccionar

Gráficas...

Resultados...

Almacenamiento...

Ayuda

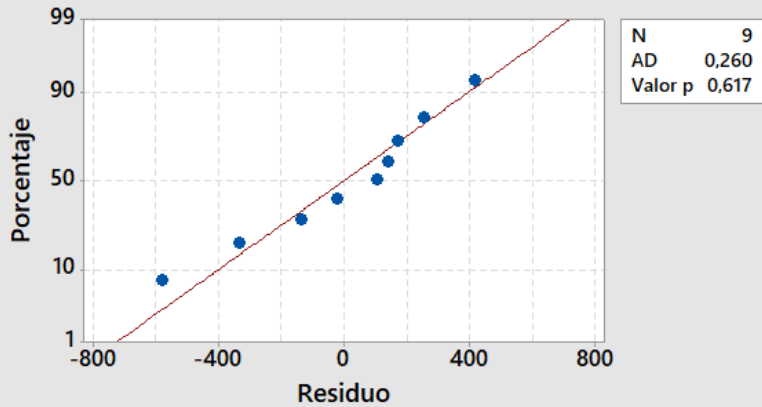
Aceptar

Cancelar

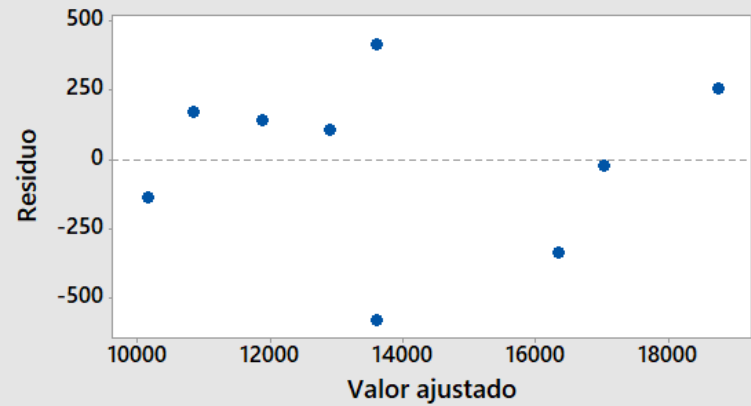
Llenamos la caja de dialogo, en *Respuestas* va la variable dependiente (Y) y en *Predictores continuos* va la variable independiente (X).

Gráficas de residuos para Ventas

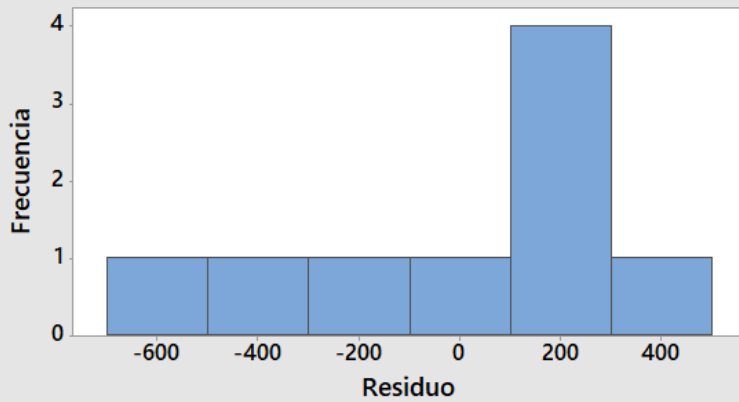
Gráfica de probabilidad normal



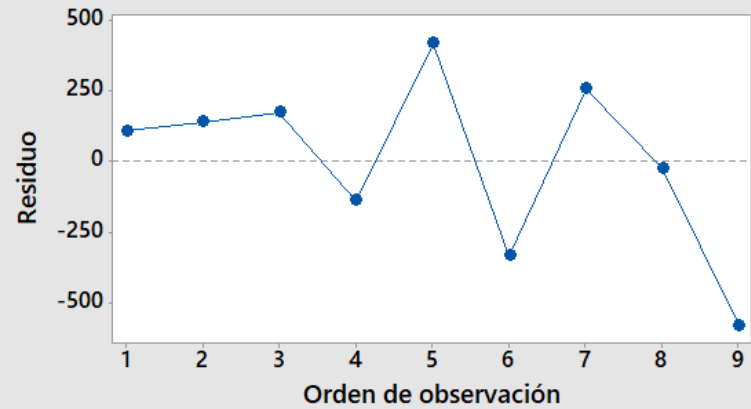
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Análisis de regresión: Ventas vs. Permisos

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Regresión | 1 | 68117532 | 68117532 | 618,16 | 0,000 |
| Permisos | 1 | 68117532 | 68117532 | 618,16 | 0,000 |
| Error | 7 | 771357 | 110194 | | |
| Falta de ajuste | 6 | 271357 | 45226 | 0,09 | 0,984 |
| Error puro | 1 | 500000 | 500000 | | |
| Total | 8 | 68888889 | | | |

Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|--------------------|----------------|
| 331,955 | 98,88% | 98,72% | 98,28% |

Coefficientes

| Término | Coef | EE del coef. | Valor T | Valor p | FIV |
|-----------|-------|--------------|---------|---------|------|
| Constante | 6698 | 310 | 21,63 | 0,000 | |
| Permisos | 344,2 | 13,8 | 24,86 | 0,000 | 1,00 |

Ecuación de regresión

$$\text{Ventas} = 6698 + 344,2 \text{ Permisos}$$

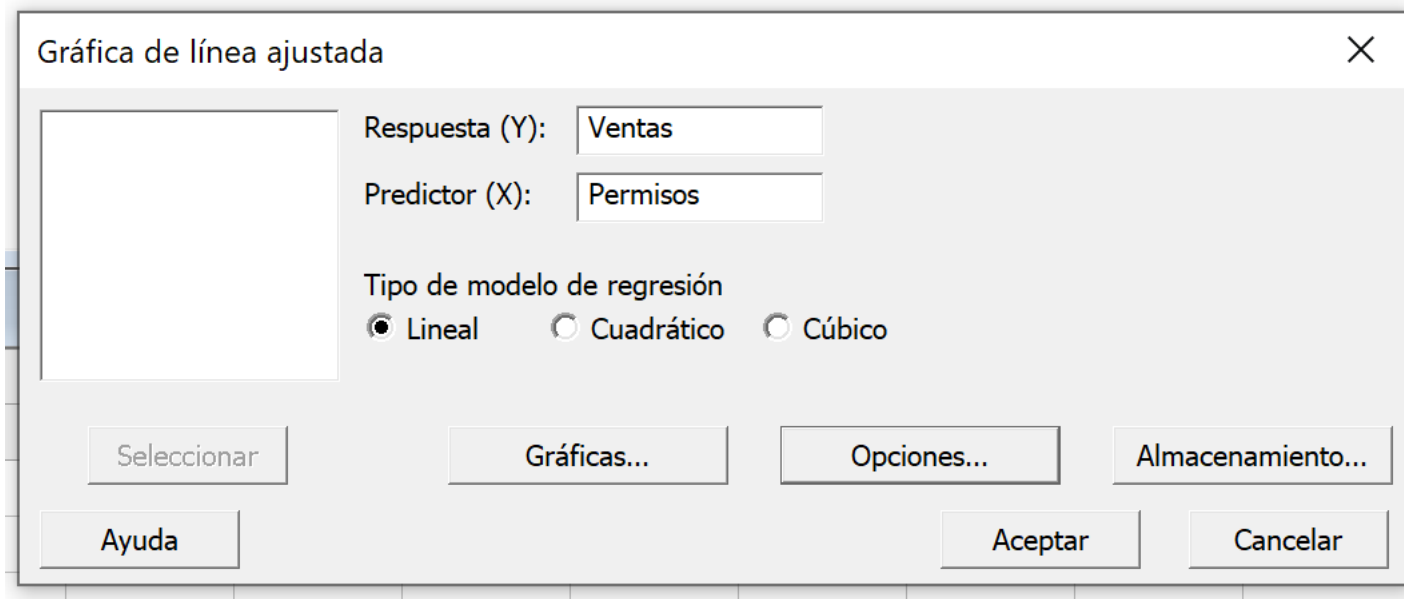
Gráficas de residuos para Ventas

Estadísticas Gráfica Editor Herramientas Ventana Ayuda Asistente

- Estadísticas básicas ▶
- Regresión ▶**
 - Gráfica de línea ajustada...**
 - Regresión
 - Regresión no lineal...
 - Estudio de estabilidad
 - Regresión ortogonal...
 - Cuadrados mínimos parciales...
 - Gráfica de línea ajustada binaria...
 - Regresión logística binaria ▶
 - Regresión logística ordinal...
 - Regresión logística nominal...
 - Regresión de Poisson ▶
- ANOVA ▶
- DOE ▶
- Gráficas de control ▶
- Herramientas de calidad ▶
- Confiabilidad/supervivencia ▶
- Análisis multivariado ▶
- Series de tiempo ▶
- Tablas ▶
- No paramétricos ▶
- Pruebas de equivalencia ▶
- Potencia y tamaño de la muestra ▶

Gráfica de línea ajustada
Modelar la relación entre un predictor y una respuesta continua utilizando un modelo de regresión lineal, cuadrático o cúbico.

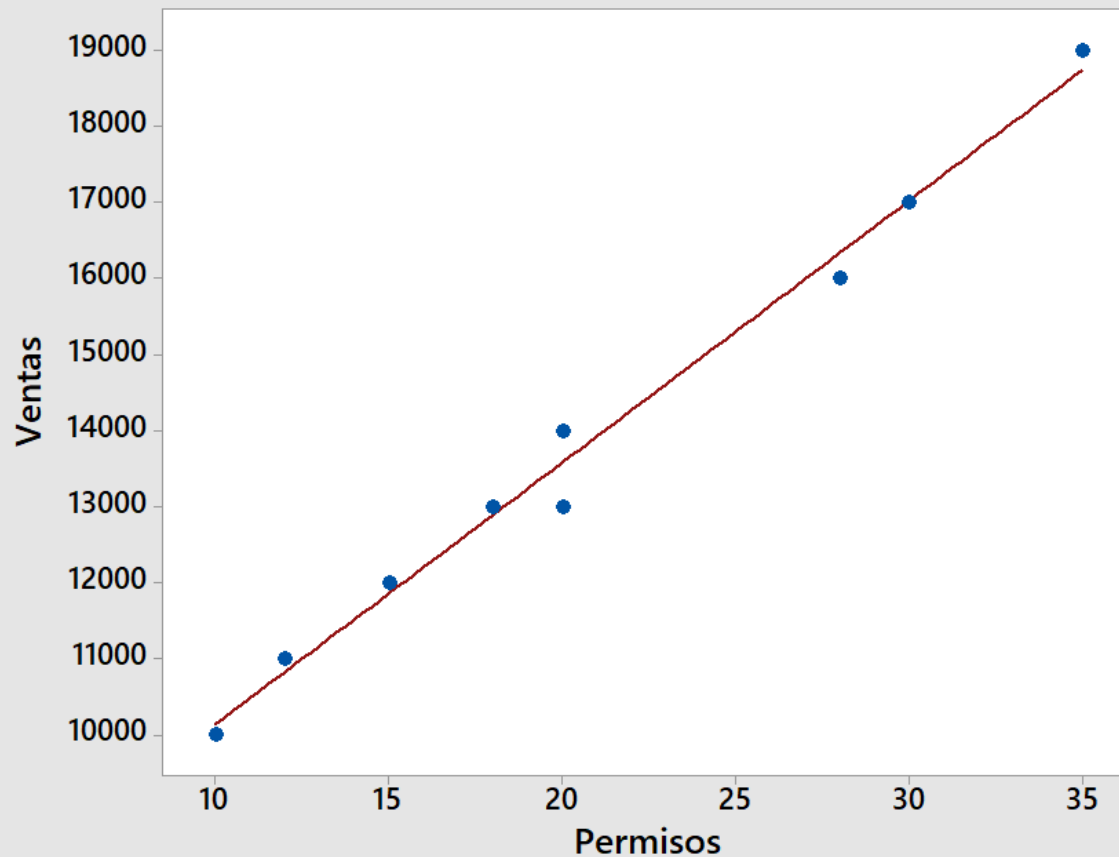
Vamos a agregar la gráfica de regresión



Llenamos la caja de dialogo con las variables respectivas

Gráfica de línea ajustada

Ventas = 6698 + 344,2 Permisos



| | |
|-------------------|---------|
| S | 331,955 |
| R-cuad. | 98,9% |
| R-cuad.(ajustado) | 98,7% |

Observe que el Minitab al gráfico le agrega los coeficientes de correlación y de determinación

Ahora hacemos el ejercicio de regresión múltiple

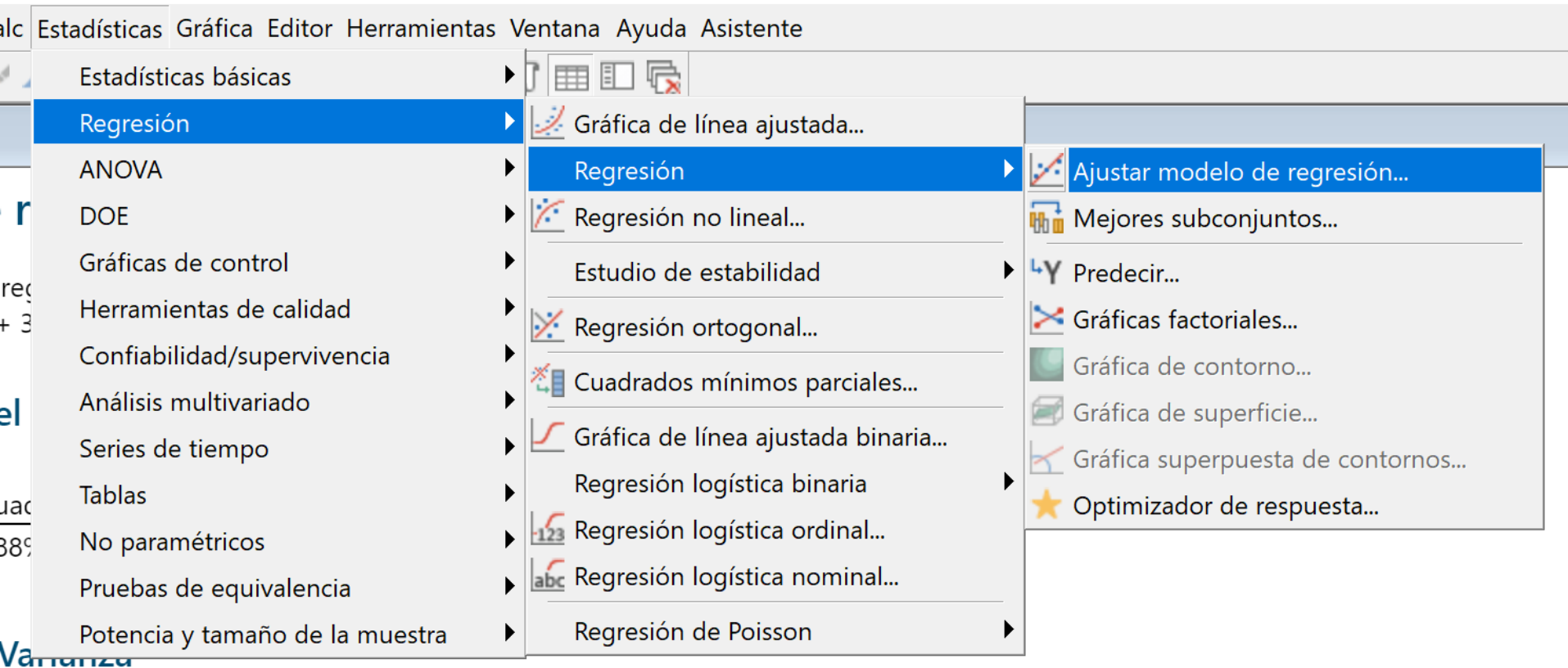
The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data table:

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|---|---|
| 1 | Año | Venta de Casas Nuevas | Tasa de interés hipotecaria | Ingreso personal per cápita | | | | |
| 2 | 2000 | 2838 | 7,01 | 25620 | | | | |
| 3 | 2001 | 2676 | 7,13 | 25450 | | | | |
| 4 | 2002 | 2599 | 6,96 | 26081 | | | | |
| 5 | 2003 | 2774 | 6,78 | 25640 | | | | |
| 6 | 2004 | 2751 | 6,96 | 26249 | | | | |
| 7 | 2005 | 2871 | 6,81 | 26366 | | | | |
| 8 | 2006 | 3014 | 6,29 | 26181 | | | | |
| 9 | 2007 | 3078 | 6,07 | 26123 | | | | |
| 10 | 2008 | 2939 | 5,83 | 26179 | | | | |
| 11 | 2009 | 3314 | 5,50 | 26392 | | | | |
| 12 | 2010 | 3472 | 6,01 | 26842 | | | | |
| 13 | 2011 | 3347 | 5,92 | 26862 | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |

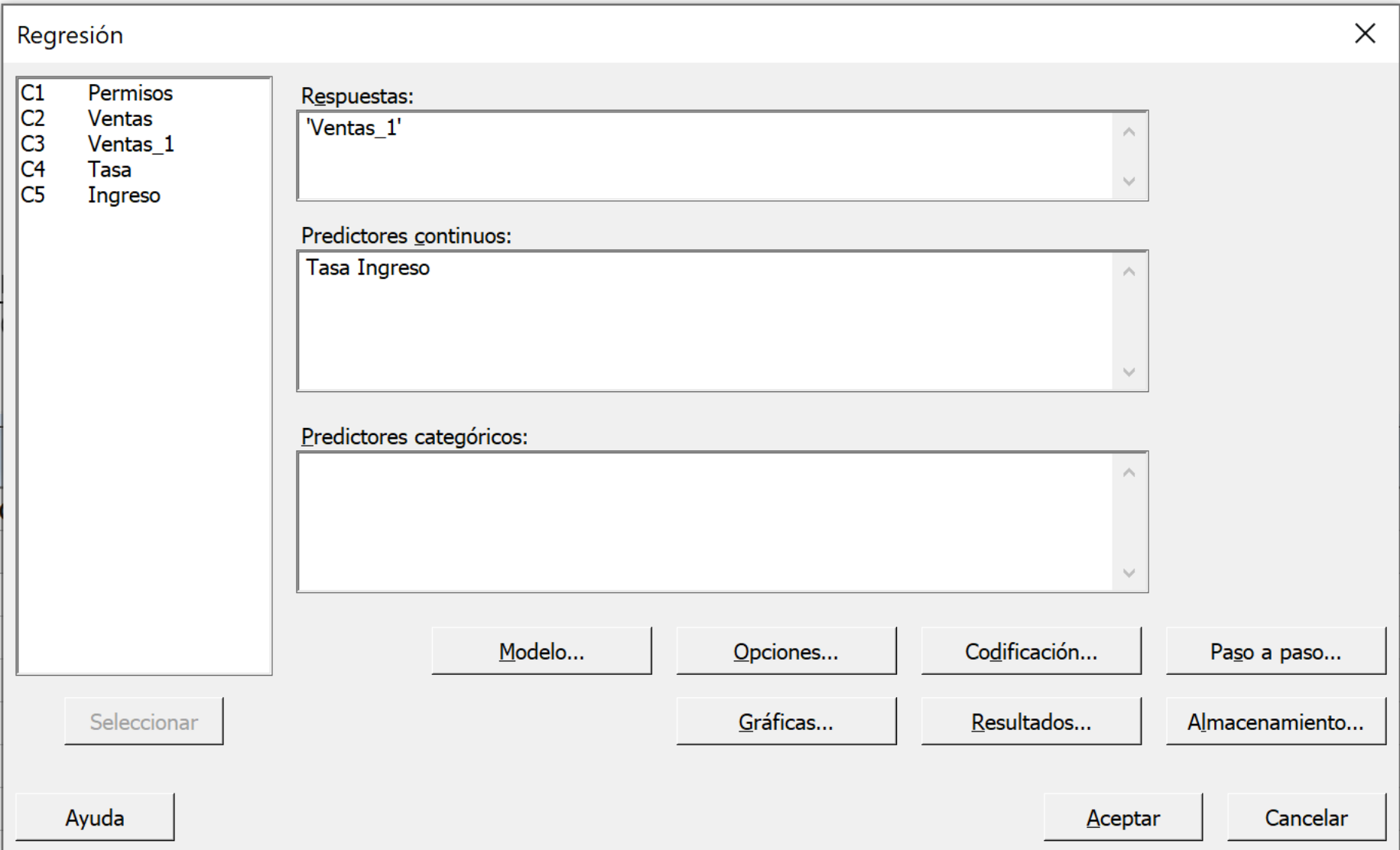
Recuerde cambiar los nombres por nombres cortos de una palabra

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
|----|----------|--------|----------|------|---------|----|----|----|
| | Permisos | Ventas | Ventas_1 | Tasa | Ingreso | | | |
| 1 | 18 | 13000 | 2838 | 7,01 | 25620 | | | |
| 2 | 15 | 12000 | 2676 | 7,13 | 25450 | | | |
| 3 | 12 | 11000 | 2599 | 6,96 | 26081 | | | |
| 4 | 10 | 10000 | 2774 | 6,78 | 25640 | | | |
| 5 | 20 | 14000 | 2751 | 6,96 | 26249 | | | |
| 6 | 28 | 16000 | 2871 | 6,81 | 26366 | | | |
| 7 | 35 | 19000 | 3014 | 6,29 | 26181 | | | |
| 8 | 30 | 17000 | 3078 | 6,07 | 26123 | | | |
| 9 | 20 | 13000 | 2939 | 5,83 | 26179 | | | |
| 10 | | | 3314 | 5,50 | 26392 | | | |
| 11 | | | 3472 | 6,01 | 26842 | | | |
| 12 | | | 3347 | 5,92 | 26862 | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |

Copiamos al Minitab una vez que hemos cambiado los nombres



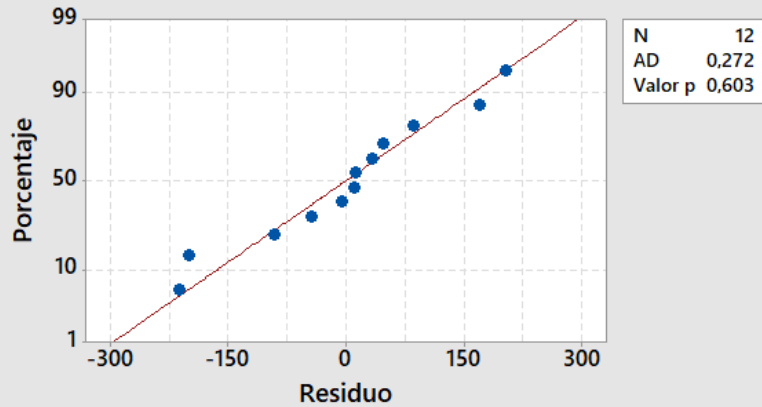
La Regresión Múltiple se encuentra en el mismo lugar que la Regresión Simple



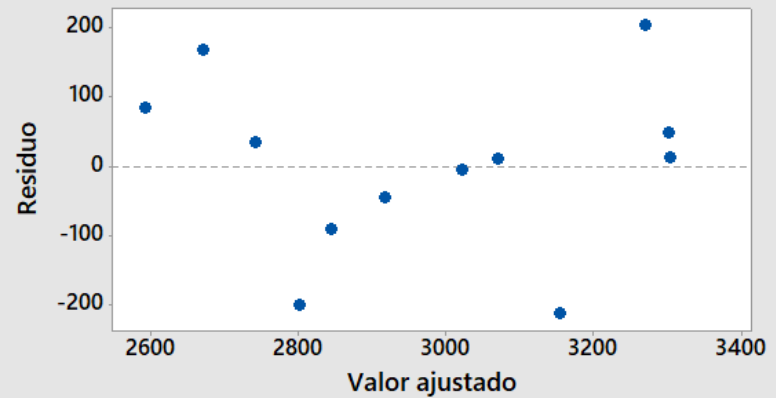
Para indicar que es una regresión múltiple, simplemente en *Predictores continuos* agregamos las dos variables independientes (Tasa e Ingreso)

Gráficas de residuos para Ventas_1

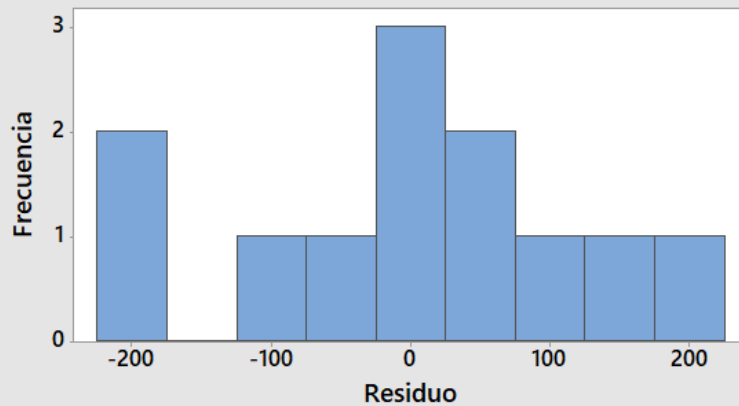
Gráfica de probabilidad normal



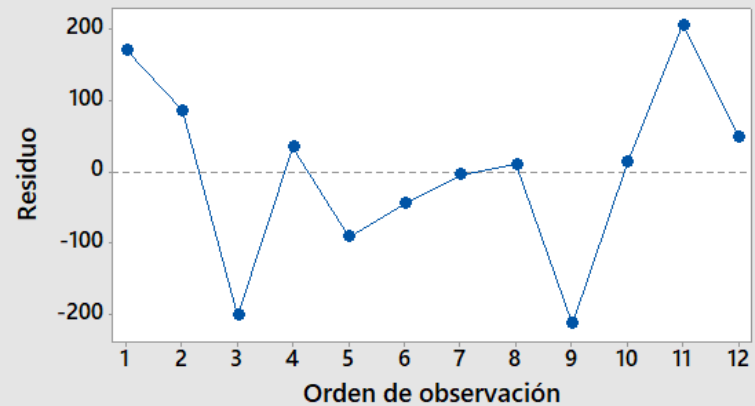
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Análisis de regresión: Ventas_1 vs. Tasa; Ingreso

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Regresión | 2 | 687196 | 343598 | 17,43 | 0,001 |
| Tasa | 1 | 166824 | 166824 | 8,46 | 0,017 |
| Ingreso | 1 | 79479 | 79479 | 4,03 | 0,076 |
| Error | 9 | 177422 | 19714 | | |
| Total | 11 | 864618 | | | |

Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|--------------------|----------------|
| 140,405 | 79,48% | 74,92% | 62,81% |

Coefficientes

| Término | Coef | EE del coef. | Valor T | Valor p | FIV |
|-----------|--------|--------------|---------|---------|------|
| Constante | -1813 | 3758 | -0,48 | 0,641 | |
| Tasa | -289,0 | 99,3 | -2,91 | 0,017 | 1,73 |
| Ingreso | 0,254 | 0,127 | 2,01 | 0,076 | 1,73 |

Ecuación de regresión

$$\text{Ventas}_1 = -1813 - 289,0 \text{ Tasa} + 0,254 \text{ Ingreso}$$

Gráficas de residuos para Ventas_1

Descomposición de la Serie de Tiempos

1. Aditivo
2. Multiplicativo



Descomposición de la Series de Tiempo

Para la descomposición de la serie de tiempos utilizaremos el mismo ejemplo que usamos para Winters, esto debido a que la descomposición de la serie de tiempo al igual que Winters trabaja mejor cuando las datos presentan tendencia y estacionalidad.

Con Minitab la descomposición también se puede hacer aditiva o multiplicativa.

Procedemos a copiar los datos al Minitab

Hoja de trabajo 1 ***

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
|----|----------|--------|----------|------|---------|---------|----------------|----|
| | Permisos | Ventas | Ventas_1 | Tasa | Ingreso | Aditivo | Multiplicativo | |
| 1 | 18 | 13000 | 2838 | 7,01 | 25620 | 200 | 600 | |
| 2 | 15 | 12000 | 2676 | 7,13 | 25450 | 300 | 800 | |
| 3 | 12 | 11000 | 2599 | 6,96 | 26081 | 230 | 630 | |
| 4 | 10 | 10000 | 2774 | 6,78 | 25640 | 270 | 870 | |
| 5 | 20 | 14000 | 2751 | 6,96 | 26249 | 300 | 1500 | |
| 6 | 28 | 16000 | 2871 | 6,81 | 26366 | 400 | 1800 | |
| 7 | 35 | 19000 | 3014 | 6,29 | 26181 | 330 | 1530 | |
| 8 | 30 | 17000 | 3078 | 6,07 | 26123 | 370 | 2000 | |
| 9 | 20 | 13000 | 2939 | 5,83 | 26179 | 400 | 2300 | |
| 10 | | | 3314 | 5,50 | 26392 | 500 | 2900 | |
| 11 | | | 3472 | 6,01 | 26842 | 430 | 2500 | |
| 12 | | | 3347 | 5,92 | 26862 | 470 | 3000 | |
| 13 | | | | | | 600 | 3000 | |
| 14 | | | | | | 700 | 4500 | |

- Estadísticas básicas
- Regresión
- ANOVA
- DOE
- Gráficas de control
- Herramientas de calidad
- Confiabilidad/supervivencia
- Análisis multivariado
- Series de tiempo**
- Tablas
- No paramétricos
- Pruebas de equivalencia
- Potencia y tamaño de la muestra

- Gráfica de serie de tiempo...
- Análisis de tendencia...
- Descomposición...**
- Promedio móvil...
- Suavizado exp. simple...
- Suavizado exp. doble...
- Método de Winters...
- Diferencias...
- Desfase...
- Autocorrelación...
- Autocorrelación parcial...
- Intercorrelación...
- ARIMA...

Descomposición
 Ajustar un modelo que pondera de igual forma todas las observaciones para determinar el mejor ajuste de regresión de los datos ajustados según las estaciones. Utilice esta opción cuando su serie exhiba un patrón estacional, con o sin tendencia.

del modelo

| | R-cuad. | R-cuad. |
|-------|------------|---------|
| cuad. | (ajustado) | (pred) |
| 0,48% | 74,92% | 62,81% |

| | C3 | C4 | C5 | C6 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 |
|--------|----------|------|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| ventas | Ventas_1 | Tasa | Ingreso | Adit | | | | | |
| 3000 | 2838 | 7,01 | 25620 | | | | | | |
| 2000 | 2676 | 7.13 | 25450 | 500 | 800 | | | | |

Descomposición

C1 Permisos
C2 Ventas
C3 Ventas_1
C4 Tasa
C5 Ingreso
C6 Aditivo
C7 Multiplicativo

Variable: Longitud estacional:

Tipo de modelo

Multiplicativo
 Aditivo

Componentes del modelo

Tendencia más estacional
 Estacional solamente

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

Iniciar desde origen:

Tiempo... Opciones... Almacenamiento...

Selecccionar Gráficas... Resultados...

Ayuda Aceptar Cancelar

Llenamos la caja de dialogo de descomposición.

Observe que tiene 4 opciones:

1. Multiplicativo con tendencia más estacionalidad
2. Multiplicativo con estacionalidad solamente
3. Aditivo con tendencia más estacionalidad
4. Aditivo con estacionalidad solamente

En el primer caso las ventas crecen linealmente y tienen estacionalidad por lo que seleccionamos aditivo con tendencia y estacionalidad. Como los datos están en trimestres seleccionamos una longitud de 4 y pronosticamos 4 trimestres.

Descomposición

Variable: Longitud estacional:

Tipo de modelo

Multiplicativo

Aditivo

Componentes del modelo

Tendencia más estacional

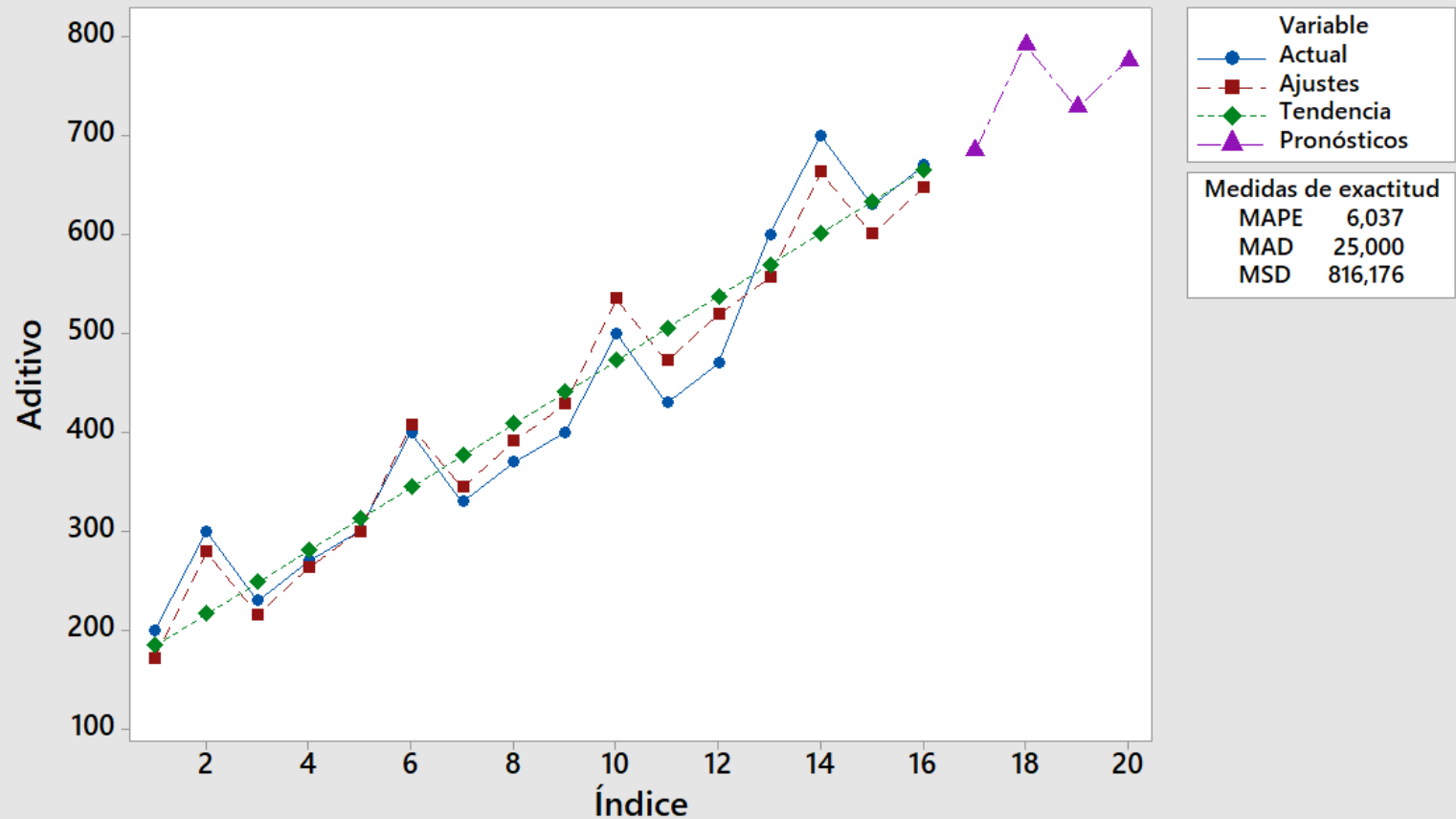
Estacional solamente

Generar pronósticos

Número de pronósticos:

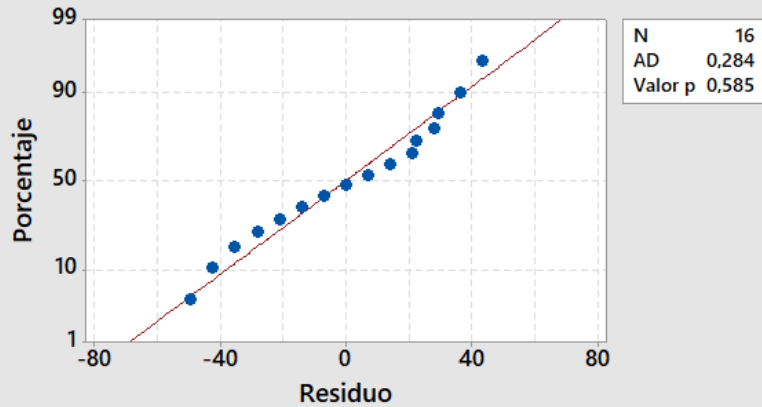
Iniciar desde origen:

Gráfica de descomposición de series de tiempo de Aditivo Modelo aditivo

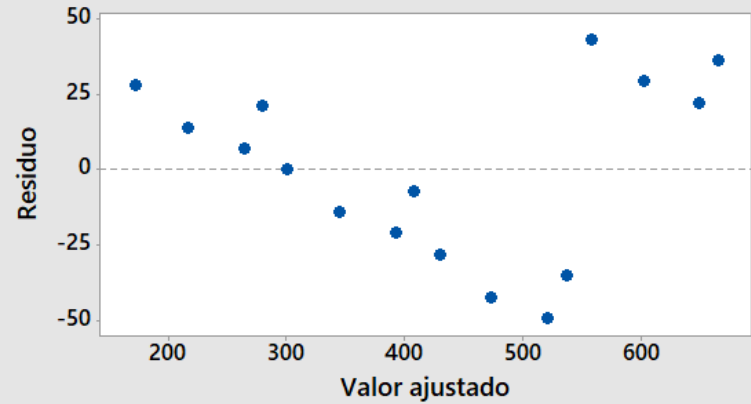


Gráficas de residuos para Aditivo

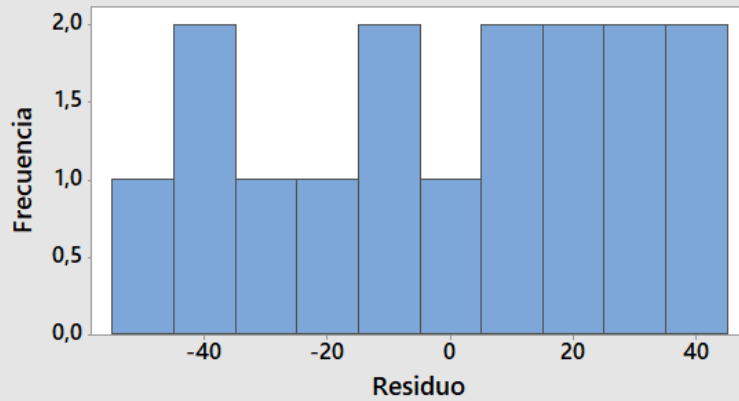
Gráfica de probabilidad normal



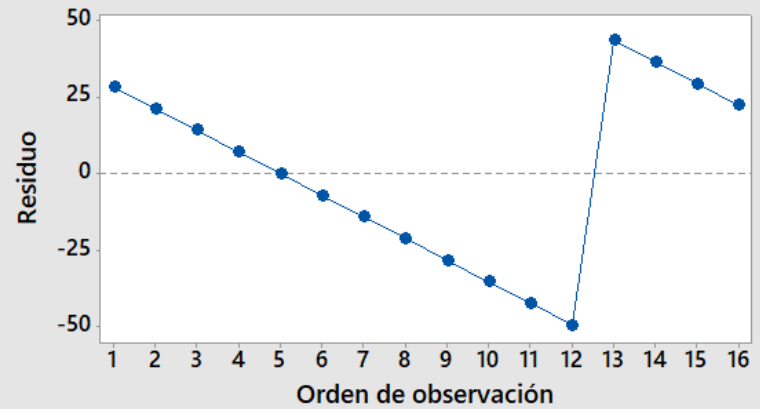
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Descomposición de series de tiempo para Aditivo

Método

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Tipo de modelo | Modelo aditivo |
| Datos | Aditivo |
| Longitud | 16 |
| Número de valores faltantes | 0 |

Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = 152,5 + 32,06 \times t$$

Índices estacionales

| Período | Índice |
|---------|--------|
| 1 | -12,5 |
| 2 | 62,5 |
| 3 | -32,5 |
| 4 | -17,5 |

Medidas de exactitud

| | |
|------|---------|
| MAPE | 6,037 |
| MAD | 25,000 |
| MSD | 816,176 |

Pronósticos

| Período | Pronóstico |
|---------|------------|
| 17 | 685,000 |
| 18 | 792,059 |
| 19 | 729,118 |
| 20 | 776,176 |

Gráfica de descomposición de series de tiempo de Aditivo

Gráficas de residuos para Aditivo

En el segundo caso las ventas crecen exponencialmente y tienen estacionalidad por lo que seleccionamos multiplicativo con tendencia y estacionalidad. Como los datos están en trimestres seleccionamos una longitud de 4 y pronósticamos 4 trimestres.

Descomposición

Variable: Multiplicativo Longitud estacional: 4

Tipo de modelo

Multiplicativo

Aditivo

Componentes del modelo

Tendencia más estacional

Estacional solamente

Generar pronósticos

Número de pronósticos: 4

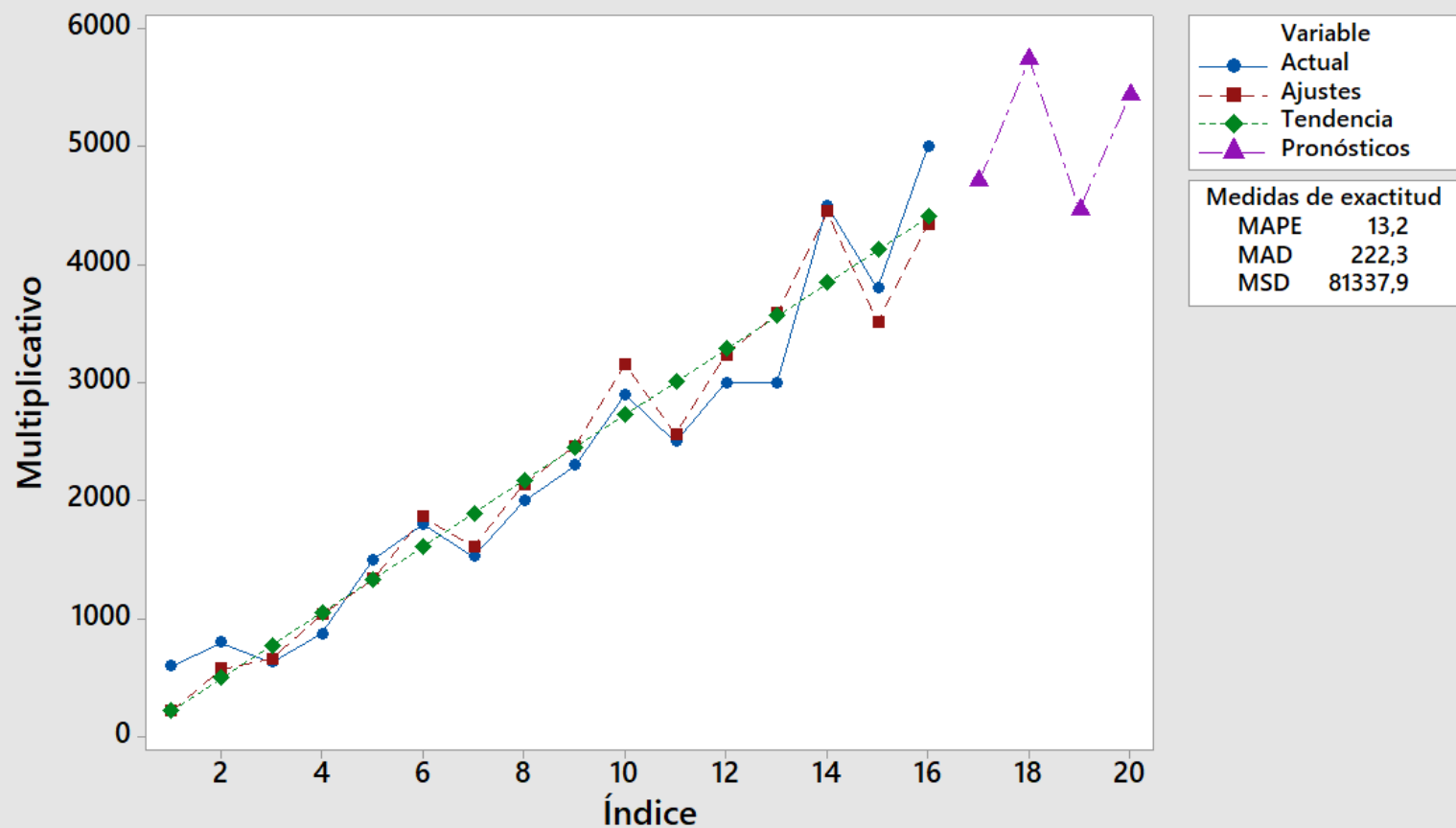
Iniciar desde origen:

Tiempo... Opciones... Almacenamiento...

Seleccionar Gráficas... Resultados...

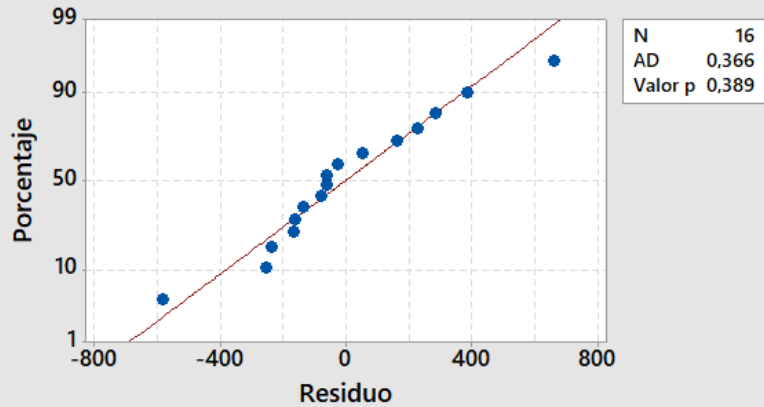
Ayuda Aceptar Cancelar

Gráfica de descomposición de series de tiempo de Multiplicativo Modelo multiplicativo

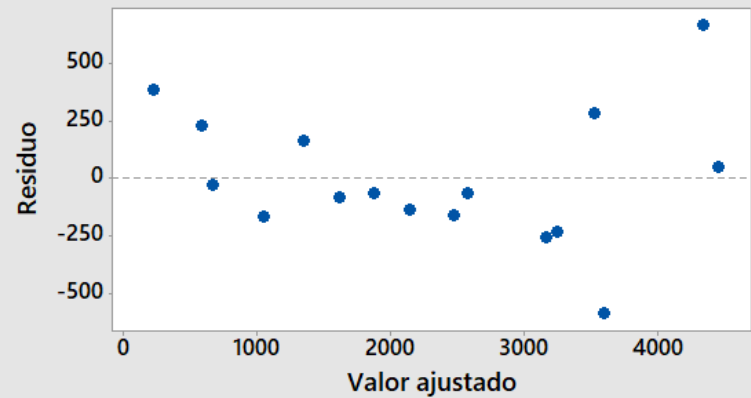


Gráficas de residuos para Multiplicativo

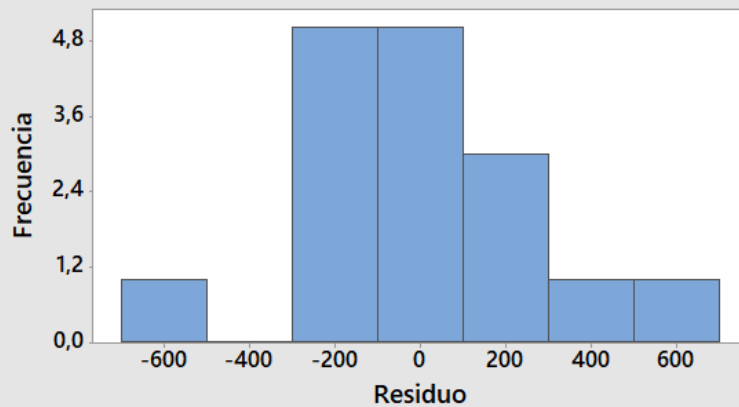
Gráfica de probabilidad normal



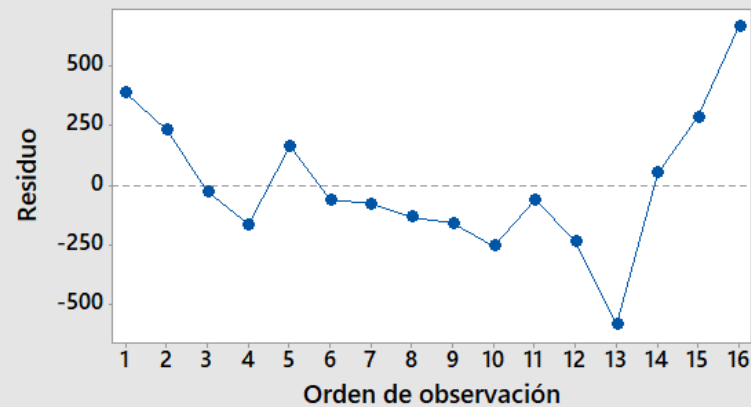
vs. ajustes



Histograma



vs. orden



Descomposición de series de tiempo para Multiplicativo

Método

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Tipo de modelo | Modelo multiplicativo |
| Datos | Multiplicativo |
| Longitud | 16 |
| Número de valores faltantes | 0 |

Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = -63 + 279,2 \times t$$

Índices estacionales

| <u>Periodo</u> | <u>Índice</u> |
|----------------|---------------|
| 1 | 1,00539 |
| 2 | 1,15732 |
| 3 | 0,85242 |
| 4 | 0,98487 |

Medidas de exactitud

| | |
|------|---------|
| MAPE | 13,2 |
| MAD | 222,3 |
| MSD | 81337,9 |

Pronósticos

| <u>Período</u> | <u>Pronóstico</u> |
|----------------|-------------------|
| 17 | 4708,77 |
| 18 | 5743,49 |
| 19 | 4468,37 |
| 20 | 5437,65 |

[Gráfica de descomposición de series de tiempo de Multiplicativo](#)

[Descomposición - Análisis de componente para Multiplicativo](#)

[Descomposición - Análisis estacional para Multiplicativo](#)

[Gráficas de residuos para Multiplicativo](#)