

Pronósticos



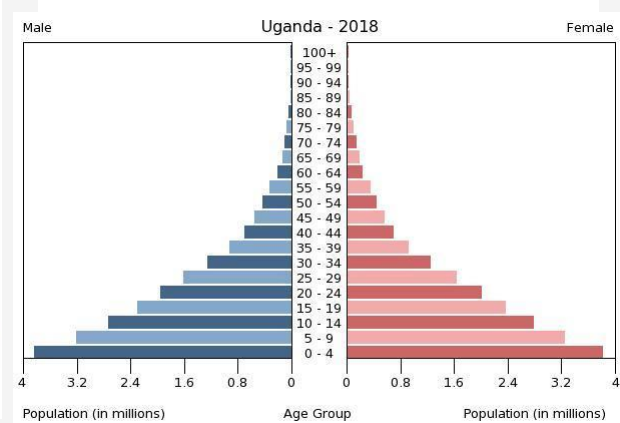
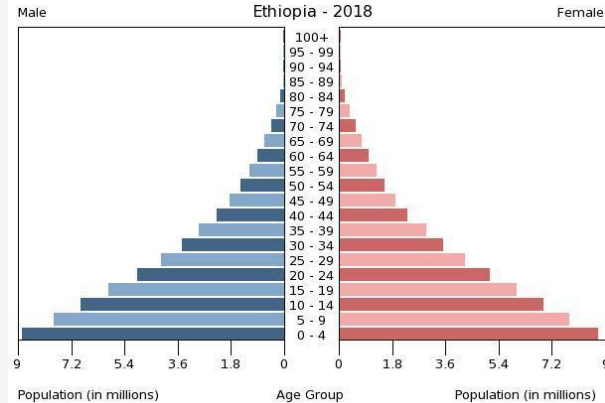
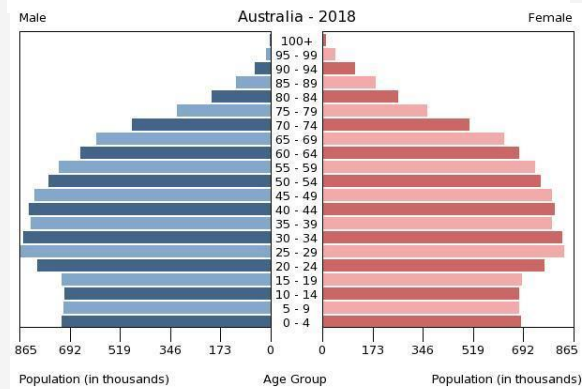
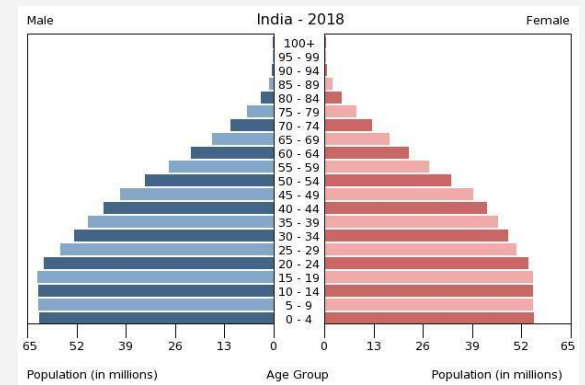
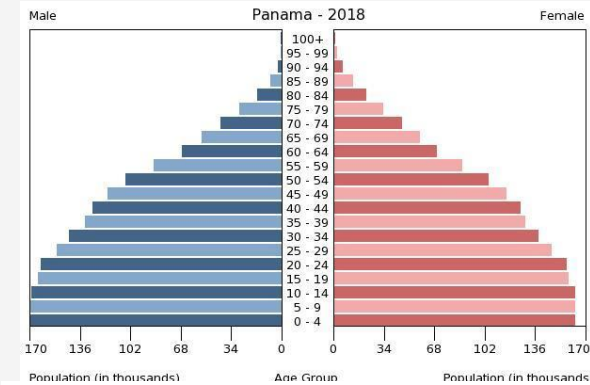
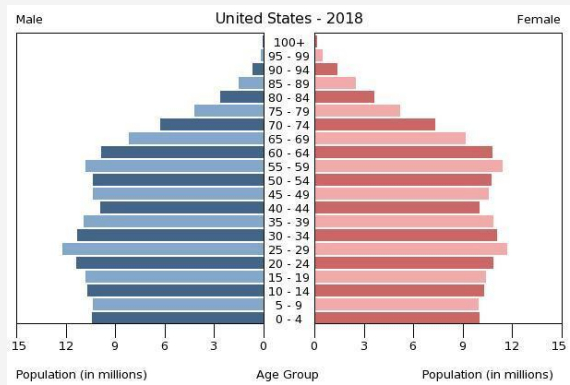
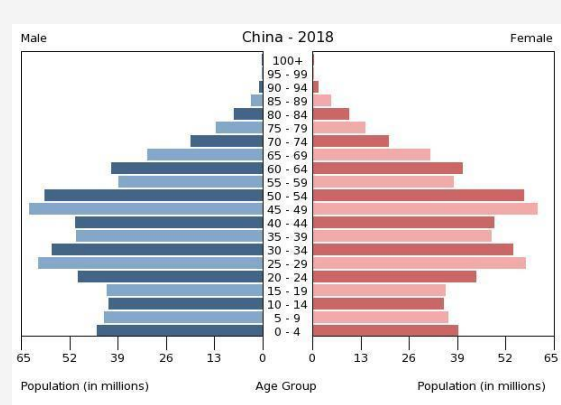
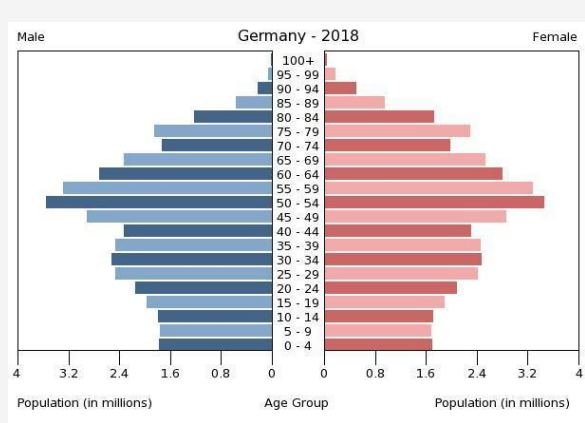
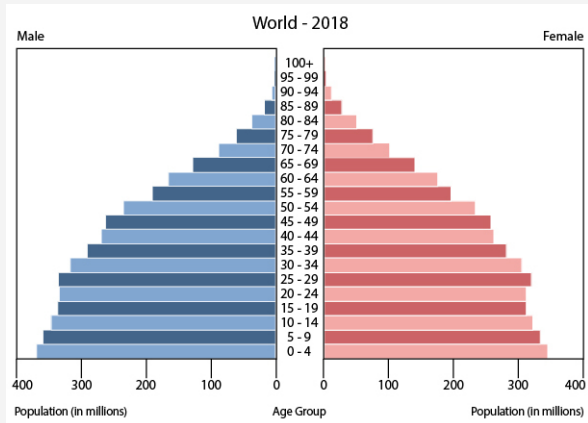
Predicción, Pronóstico y Prospectiva

- **Predicción:** estimación de un acontecimiento futuro que se basa en consideraciones subjetivas, en la habilidad, experiencia y buen juicio de las personas.
- **Pronóstico:** estimación de un acontecimiento futuro que se obtiene proyectando datos del pasado que se combinan sistemáticamente, aplicando técnicas estadísticas y de la ciencia administrativa.
- **Prospectiva:** conjunto de “tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y/o sociales”. Es la ciencia que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él

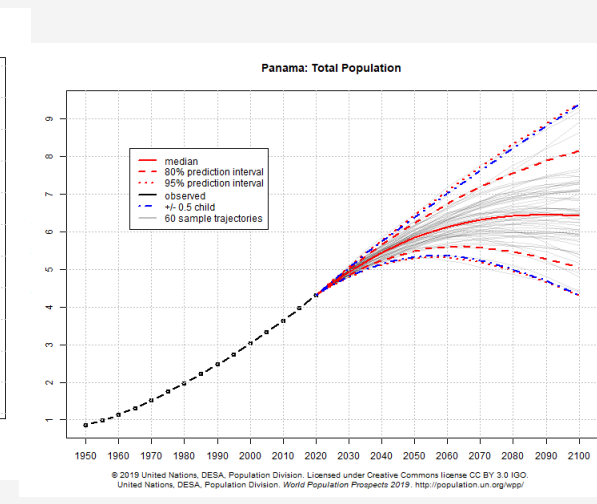
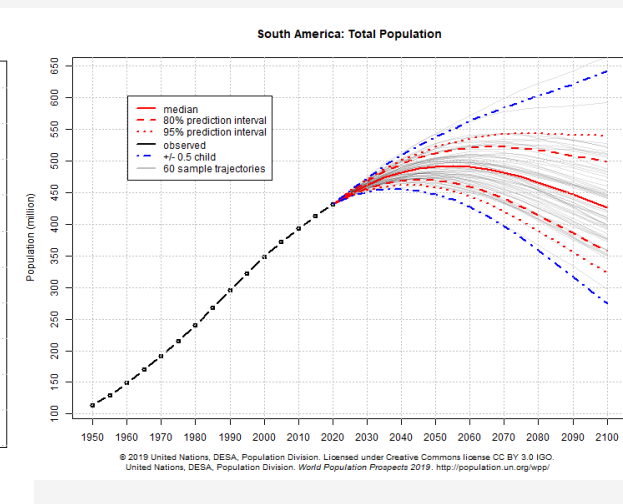
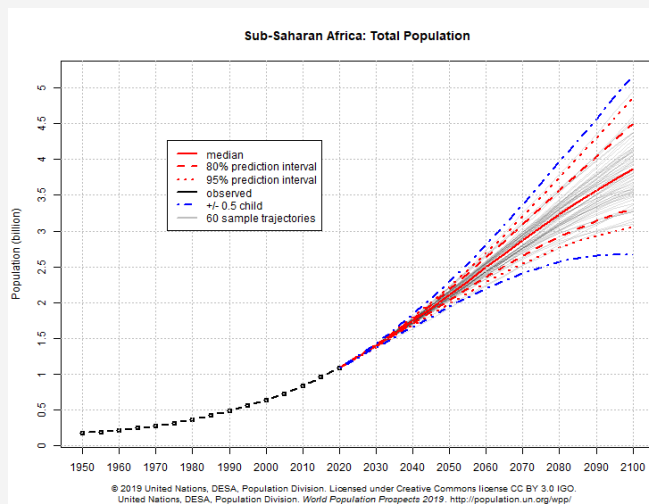
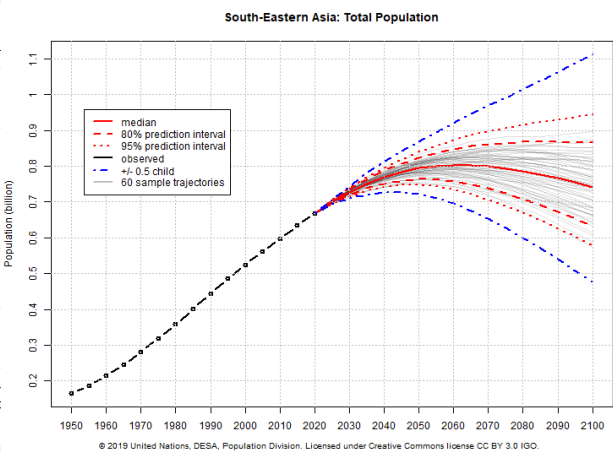
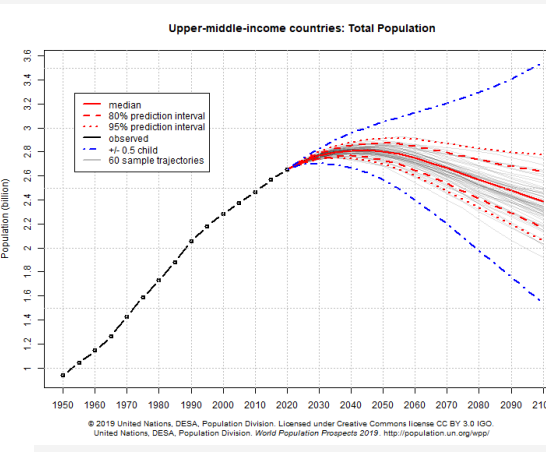
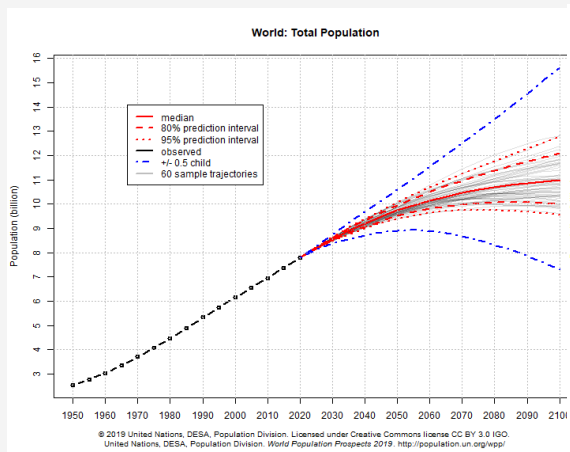
Uso de pronósticos

- Su éxito está basado en su aplicación efectiva en la planificación y toma de decisiones
- Los pronósticos son importantes para diferentes aspectos de la planeación, incluyendo aspectos tales como diseño del producto, diseño del proceso, inversión y reemplazo de equipo y planificación de la capacidad.
- Es además una herramienta para el control porque permite definir estándares para comparar.

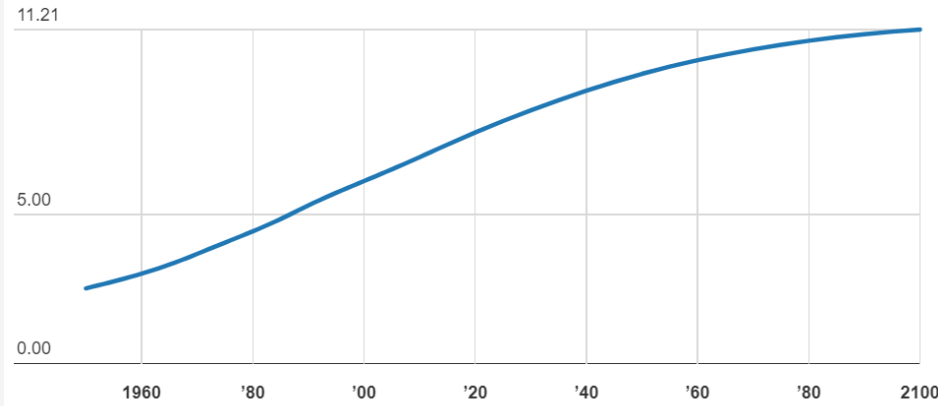
Pirámide poblacional



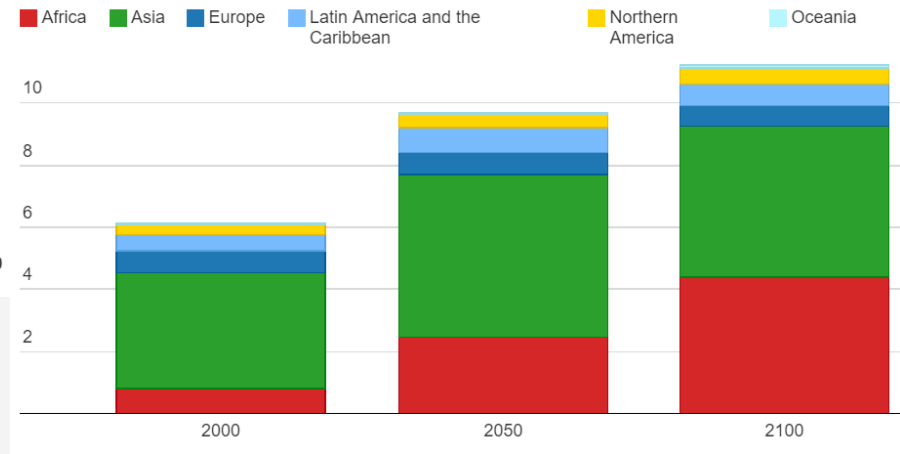
Pronóstico de crecimiento de población



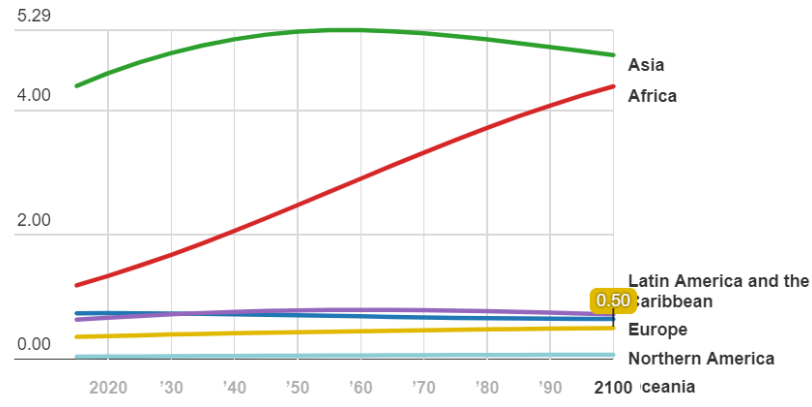
World Population and Projection to 2100 (Billions)



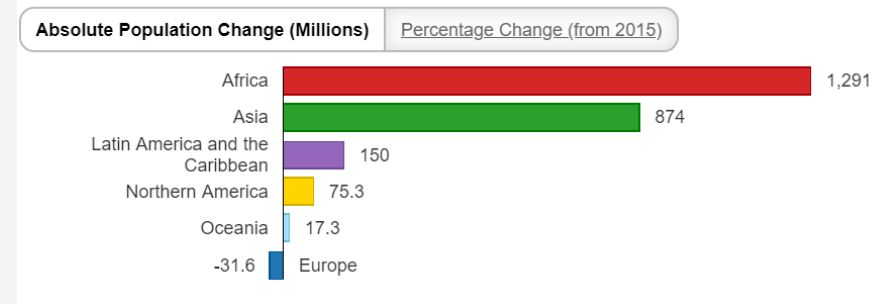
UN Regional Population Projections (Billions, 2000 - 2100)



UN Regional Population Projections (Billions, 2015 - 2100)



Regional Population Change (2015 - 2050)

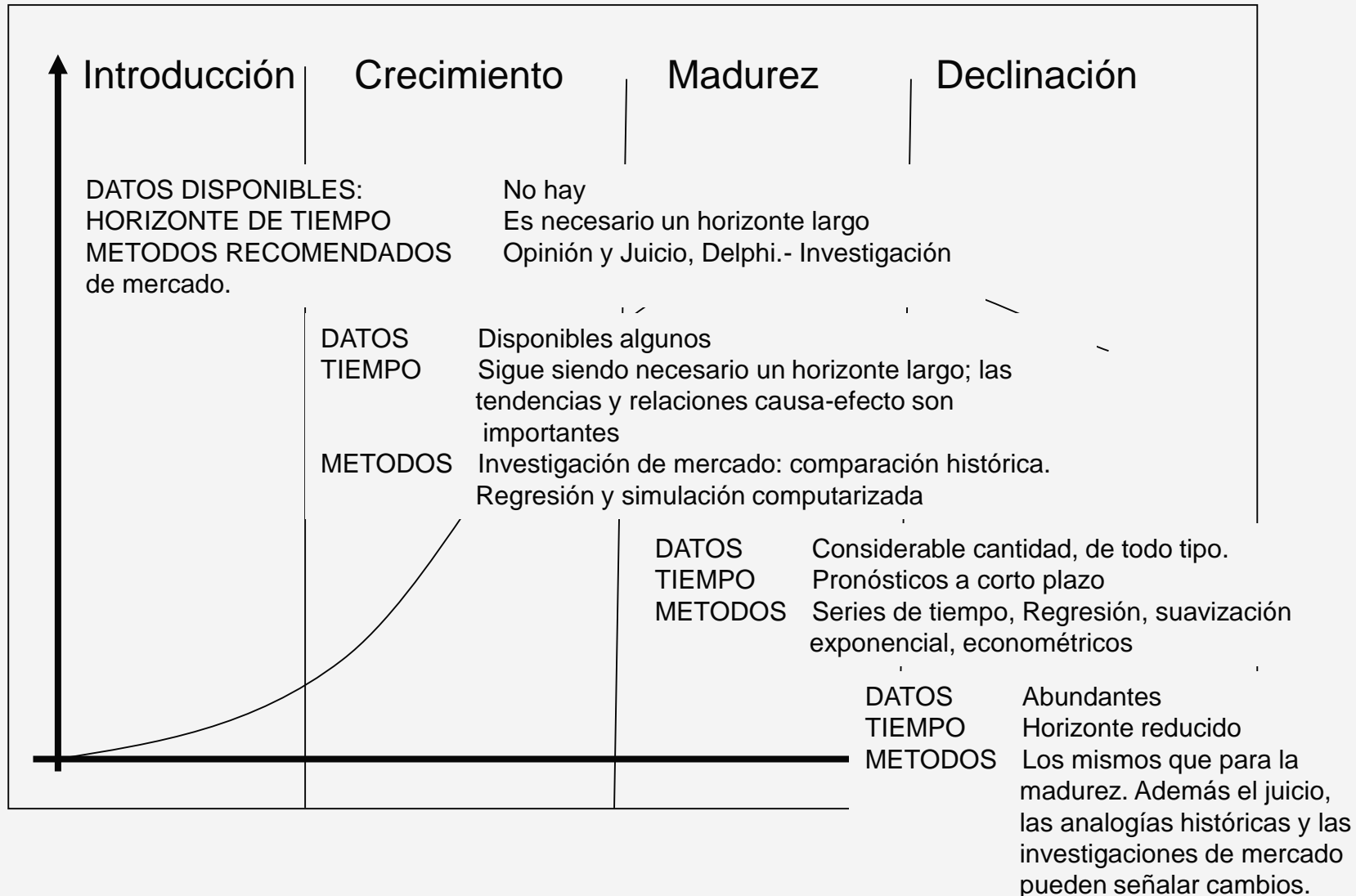


Clasificación de enfoques

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">● Intuitivo: estimación de un evento futuro para una fecha posible.● Implica hacer conjeturas, corazonadas y juicios subjetivos | Método Delphi, tormenta de ideas, grupo nominal, tanque de ideas, etc. |
| <ul style="list-style-type: none">● Formales: estimación de cantidades basadas en técnicas estadísticas y datos anteriores. | Series de tiempo, métodos causales, simulación. |

| METODO | DESCRIPCION | HORIZONTE | COSTO |
|----------------------------|---|------------------------|--------------|
| | Métodos Cualitativos | | |
| Fuerza de ventas | Estimación del área de ventas como un todo | Corto y Mediano | Bajo, Medio |
| Opinión Ejecutiva | Gerentes de mercadotecnia, finanzas y producción preparan un pronóstico | Corto y Largo | Bajo, Medio |
| Venas y Gerentes | Los cálculos independientes de los vendedores son canalizados con proyecciones de los gerentes | Medio | Medio |
| Analogía histórica | Pronóstico proveniente de la comparación con un producto similar previamente introducido | Corto, Largo | Bajo, Medio |
| <u>Delphi</u> | Los expertos responden (anónimamente) una serie de preguntas, reciben retroalimentación y revisan sus cálculos. | Largo | Medio, Alto |
| Investigaciones de Mercado | Se usan cuestionarios y paneles para obtener datos que anticipen el comportamiento del consumidor. | Largo, Mediano y Corto | Medio, Alto |
| | Métodos Cuantitativos Series de Tiempo | | |
| Promedio Simple | Se usa una regla simple que pronostica igual al último valor o igual más o menos algún porcentaje. | Corto | Bajo |
| Promedios móviles | El pronóstico es simplemente un promedio de los n más recientes | Corto | Bajo |
| Proyección de la tendencia | El pronóstico es una proyección lineal, exponencial u otra de la tendencia pasada. | Mediano, Largo | Bajo |
| Descomposición Estacional | Las series de tiempos se dividen en sus componentes de tendencia: estacional | Corto, Largo | Bajo |
| Suavización exponencial | Los pronósticos son promedios móviles ponderados exponencialmente, donde los últimos valores tienen mayor pesos | Corto | Bajo |
| | Métodos Cuantitativos Causales | | |
| Regresión y correlación | Se usan una o más variables asociadas para pronosticar por medio de la ecuación de mínimos cuadrados (regresión) o de una asociación (correlación) con una variable explicativa | Corto, Mediano | Medio, Alto |
| Econométricos | Se usa una solución por ecuaciones simultáneas de regresión múltiple para una actividad económica | Corto, Largo | Alto |

Los pronósticos en el ciclo de vida



Métodos formales

- Series de tiempo: es simplemente una lista cronológica de datos históricos, para la que la suposición esencial es que la historia predice el futuro de manera razonable
 - Promedio simple
 - Promedio móvil
 - Suavización exponencial
 - Regresión simple

Patrones de datos

- Patrones cíclicos



- Tendencias



- Estacionalidad



- Aleatoriedad



Promedio simple

- Todos los datos de los períodos anteriores tienen el mismo peso relativo. El promedio hace que los datos de mayor valor tiendan a ser equilibradas por los valores menores de otros períodos, reduciendo las posibilidades de error que se podrían cometer al dejarse llevar por fluctuaciones aleatorias que pueden ocurrir en un período.
- Se calcula en base a la expresión:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{k}$$

- En donde,
 - $d_i, i = 1, \dots, k$, es la demanda de **todos** los períodos anteriores
 - k = número de períodos

Promedio móvil simple

- Combina los datos de demanda de la mayor parte de los períodos recientes, siendo su promedio el pronóstico para el período siguiente.
- El promedio se “mueve” en el tiempo, en el sentido de que, al transcurrir un período, la demanda del período más antiguo se descarta y se agrega, en su reemplazo, la demanda para el período más reciente, superando así la principal limitación del modelo del promedio simple.

- Se calcula como sigue:

$$\text{MMS} = \frac{\sum_{i=k-n+1}^n d_i}{n}$$

- Donde:

- d_i es la demanda de cada uno de los n períodos anteriores. En este caso i va desde 1 hasta “ n ” períodos.
- Si $n = k$, se tendrá el promedio simple.

Suavización exponencial de primer orden

- Se distingue porque da pesos de manera exponencial a cada una de las demandas anteriores a efectos de calcular el promedio.
- La demanda de los períodos más recientes recibe un peso mayor; los pesos de los períodos sucesivamente anteriores decaen de una manera no lineal (exponencial).
- El cálculo correspondiente requiere de 2 datos: el primero es la demanda real del período más reciente y el segundo es el pronóstico más reciente obtenido por cualquier otro método.
- A medida que termina cada período se realiza un nuevo pronóstico. Entonces:

$$\begin{array}{l} \text{Pronóstico de} \\ \text{la demanda del} \\ \text{período siguiente} \end{array} = \alpha \left[\begin{array}{l} \text{demanda} \\ \text{más} \\ \text{reciente} \end{array} \right] + (1 - \alpha) \left[\begin{array}{l} \text{pronóstico} \\ \text{más} \\ \text{reciente} \end{array} \right]$$
$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

- Donde α es el coeficiente de suavización tal que $0 \leq \alpha \leq 1$

Selección de α

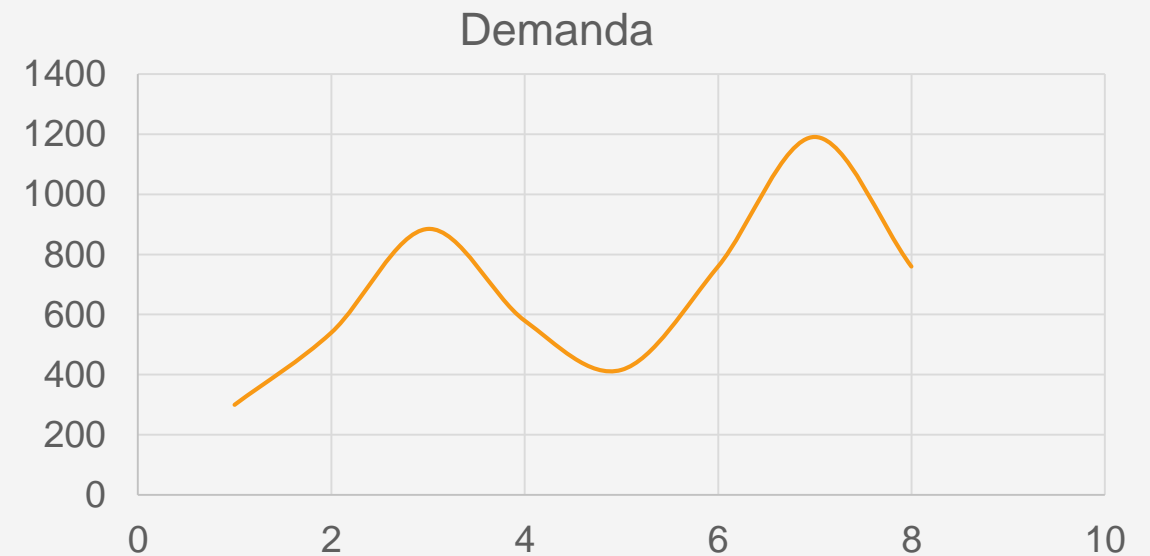
- Un elevado α sería más adecuado para los nuevos productos o para casos para los que la demanda subyacente está en proceso de cambio (esta es dinámica, o bien inestable). Un valor de α de 0.7, 0.8 o 0.9 puede resultar el más apropiado para estas condiciones, aun cuando el uso del suavizado exponencial es cuestionable si no se sabe si existen o no condiciones de inestabilidad.
- Si los datos son estables y se piensa que pueden ser representativos del futuro, el pronosticador podrá optar por un valor bajo de α para disminuir cualquier ruido que hubiera podido presentarse en forma súbita. Entonces, el procedimiento de pronóstico no reacciona de una manera drástica a las demandas más recientes. En estas condiciones de estabilidad, el coeficiente de suavización podría ser de 0.1, 0.2, o 0.3.
- Cuando la demanda es ligeramente inestable, coeficientes de suavización de 0.4, 0.5 o 0.6, pueden proporcionar los pronósticos más precisos.

Pronósticos ajustados por temporadas

- Cuando el comportamiento histórico de la demanda de un producto tiene un marcado comportamiento estacional.
- En el caso cuando el comportamiento de la demanda claramente influido por la época del se hace necesario extrapolar dichos patrones a futuro.
- Se utilizan los índices estacionales (también conocido como factores estacionales o variación estacional).

- A continuación un ejemplo que permite observar la utilización de los índices estacionales:
- Cierta empresa tiene disponibles los datos de ventas de notebooks de los últimos 2 años, divididos en 8 trimestres.
- Si la demanda esperada para el próximo año es de 2.000 notebooks, estime la demanda para los próximos 4 trimestres llevando en cuenta el factor estacionalidad.

| Trimestre | Demanda | Trimestre | Demanda |
|-----------|---------|-----------|---------|
| 1 | 300 | 5 | 416 |
| 2 | 540 | 6 | 760 |
| 3 | 885 | 7 | 1191 |
| 4 | 580 | 8 | 760 |



- En primer lugar hay que calcular el promedio de la demanda trimestral.
- Por ejemplo, el Trimestre 1 y 5 corresponden al primer trimestre del año 1 y 2,
- El índice estacional se determina dividiendo el Promedio Trimestral de cada trimestre por el promedio trimestral total, tal que:

$$\text{Índice estacional} = \frac{p_i}{P}$$

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

Donde p_i : es el promedio de la demanda del trimestre i

n : número de trimestres

| Trimestre | Demanda | Trimestre | Demanda | Promedio trimestral p_i | Índice Estacional |
|-----------|---------|-----------|------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | 300 | 5 | 416 | 358 | 0.527 |
| 2 | 540 | 6 | 760 | 650 | 0.957 |
| 3 | 885 | 7 | 1191 | 1038 | 1.529 |
| 4 | 580 | 8 | 760 | 670 | 0.987 |
| | | | Total | 2716 | |
| | | | Promedio P | 679 | |

- Considerando que para el año 3 se estimó una demanda de 2,000 unidades, se puede suponer inicialmente una demanda uniforme de 500 unidades cada trimestre.
- La demanda ajustada será calculada como la multiplicación de la demanda de cada trimestre por el índice estacional, tal y como se muestra:

Donde:

D_i : demanda pronosticada trimestral del trimestre i

d_i : demanda pronosticada trimestral ajustada del trimestre i

$d_i = (\text{Índice estacional}) * D_i$

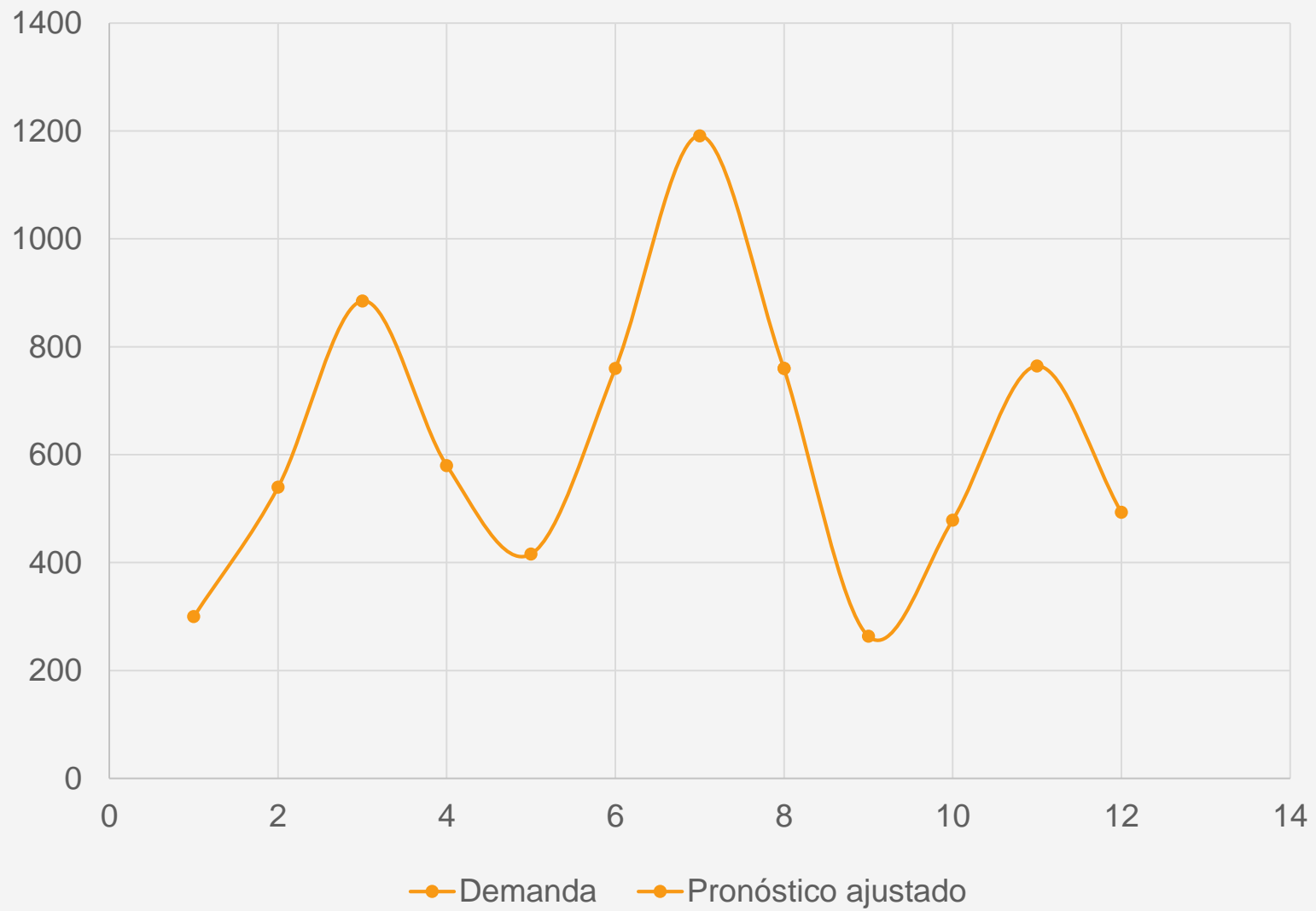
| Demanda pronosticada | | Índice Estacional | Demanda ajustada |
|----------------------|---------|-------------------|------------------|
| Trimestre | Demanda | | |
| 1 | 500 | 0.527 | 264 |
| 2 | 500 | 0.957 | 479 |
| 3 | 500 | 1.529 | 764 |
| 4 | 500 | 0.987 | 493 |
| | | | 2000 |

| Trimestre | Demanda | Trimestre | Demanda | Promedio trimestral ρ_i | Índice Estacional |
|-----------|---------|-----------|------------|---------------------------------|-------------------|
| 1 | 300 | 5 | 416 | 358 | 0.527 |
| 2 | 540 | 6 | 760 | 650 | 0.957 |
| 3 | 885 | 7 | 1191 | 1038 | 1.529 |
| 4 | 580 | 8 | 760 | 670 | 0.987 |
| | | | Total | 2716 | |
| | | | Promedio P | 679 | |

| Demanda pronosticada | | Índice Estacional | Demanda ajustada |
|----------------------|---------|-------------------|------------------|
| Trimestre | Demanda | | |
| 1 | 500 | 0.527 | 264 |
| 2 | 500 | 0.957 | 479 |
| 3 | 500 | 1.529 | 764 |
| 4 | 500 | 0.987 | 493 |
| | | | 2000 |

| Demanda pronosticada | | Índice Estacional | Demanda ajustada |
|----------------------|---------|-------------------|------------------|
| Trimestre | Demanda | | |
| 1 | 500 | 0.527 | 264 |
| 2 | 500 | 0.957 | 479 |
| 3 | 500 | 1.529 | 764 |
| 4 | 500 | 0.987 | 493 |
| | | | 2000 |

| Data | Year1 | Year2 | | |
|-----------------|--------|------------|-------|----------|
| Season 1 | 300 | 416 | | |
| Season 2 | 540 | 760 | | |
| Season 3 | 885 | 1191 | | |
| Season 4 | 580 | 760 | | |
| Annual Total | 2305 | 3127 | | |
| Annual Average | 576.25 | 781.75 | | |
| | | | | |
| Seasonal ratios | Year 1 | Year 2 | Index | Forecast |
| Season 1 | .442 | .613 | .527 | 263.623 |
| Season 2 | .795 | 1.119 | .957 | 478.645 |
| Season 3 | 1.303 | 1.754 | 1.529 | 764.359 |
| Season 4 | .854 | 1.119 | .987 | 493.373 |
| | | | | |
| | | | | |
| Demand forecast | 2000 | User-su... | | |

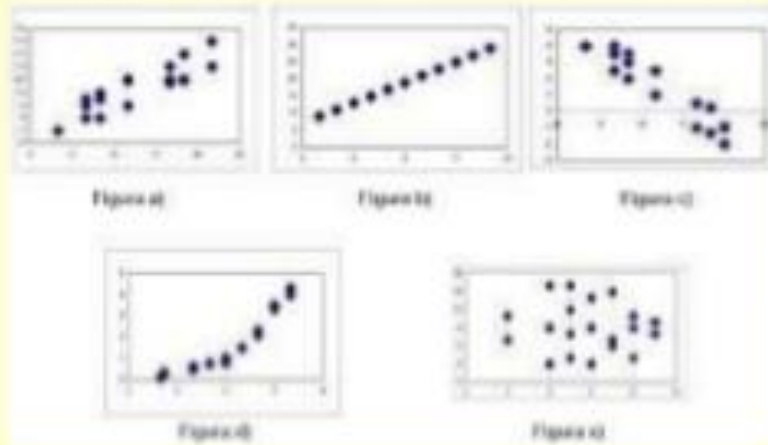


Métodos causales

- Muestran relación causa efecto
 - Regresión simple
 - Regresión múltiple
 - Box-Jenkins (ARIMA)

Métodos Causales

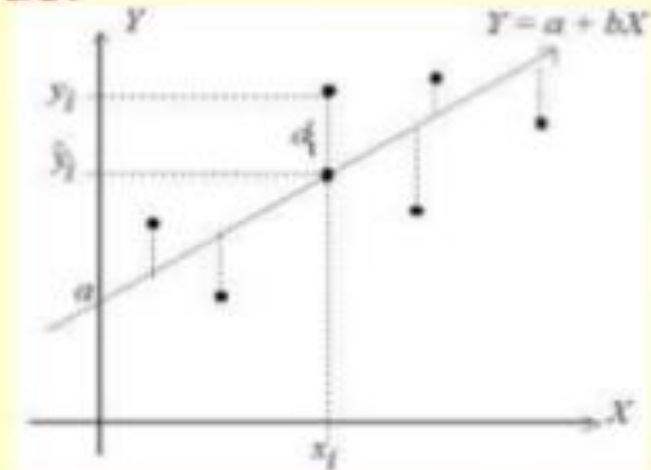
Los métodos causales se emplean cuando se dispone de datos históricos y se pueden identificar la relación entre el factor que se intenta pronosticar y otros factores externos o internos.



Regresión Lineal

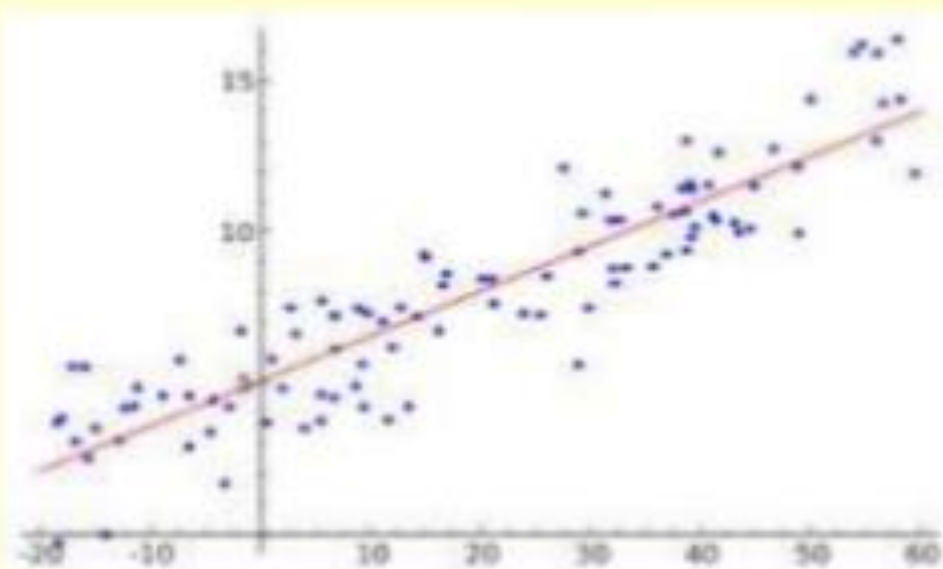
Una variable conocida como variable dependiente esta relacionada con una o mas variables independientes por medio de una ecuación lineal.

La variable dependiente es la que el gerente desea pronosticar. Se supone que las variables independiente influyen en la variable dependiente y, por ende, son la causa de los resultados observados en el pasado.



En términos técnicos, la línea de regresión minimiza las desviaciones cuadráticas con respecto a los datos reales.

En los modelos de regresión lineal más sencillos, la variable dependiente es función de una sola variable independiente, por lo tanto la relación teórica es una línea recta.



Gráfica

$$y = a + bX$$

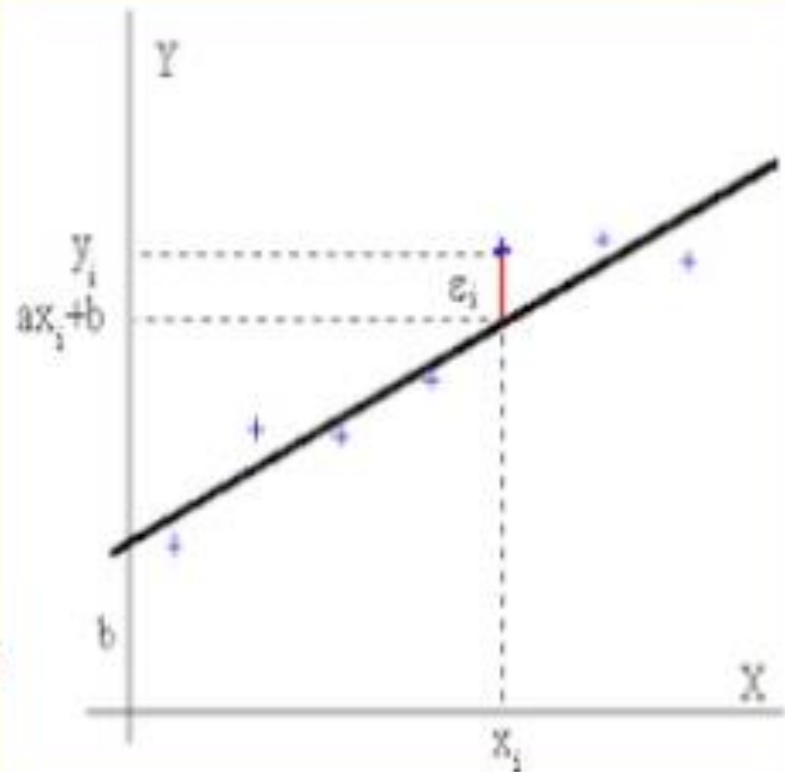
Donde:

Y=Variable independiente

X= Variable dependiente

A: Intersección de la recta con el eje

B= Pendiente de la recta



Objetivo del Análisis

Encontrar los valores de a y b que minimicen la suma de las desviaciones cuadráticas de los puntos de datos reales que se representen en el gráfico.

Regresión simple

- De la forma $y = ax + b$, donde x es función del período solamente.

$$b = \frac{n\left(\sum_i x_i y_i\right) - \left(\sum_i x_i\right)\left(\sum_i y_i\right)}{n\left(\sum_i x_i^2\right) - \left(\sum_i x_i\right)^2}$$

$$a = \frac{\sum_i y_i - b \sum_i x_i}{n}$$

El Coeficiente de Correlación

El coeficiente de correlación de la muestra r mide la dirección y la fuerza de la relación entre la variable dependiente y la independiente de los valores r pueden fluctuar entre -1.00 y $+1.00$. Un coeficiente de correlación de $+1.00$ implica que los cambios registrados de uno a otro periodo en la dirección (incrementos o decrementos) de la variable independiente, siempre van acompañados por cambios de la variable dependiente en la misma dirección.

El Coeficiente de Determinación

El coeficiente de determinación de la muestra mide la cantidad de variación que presenta la variable dependiente con respecto a su valor medio, que se explica por la línea de regresión. El coeficiente de determinación es igual al cuadrado del coeficiente de correlación, o r^2 . El valor de r^2 oscila entre 0.00 y 1.00 . Las ecuaciones de regresión, cuyo valor de r^2 se aproxima a 1.00 , son deseables porque eso significa que las variaciones de la variable dependiente y del pronóstico generado por la ecuación de regresión están estrechamente relacionados.

¿Cuál es el mejor método?

- El mejor indicador de un pronóstico es la precisión del método.
- Medidas de error
 - Error promedio
 - Error medio absoluto (MAD: mean absolute deviation)
 - Promedio del error cuadrado (MSD: mean square deviation)
 - Error absoluto medio porcentual (MAPE: mean absolute percentage error)

Error promedio

- Se calcula como la diferencia entre los datos observados y el pronóstico. Debido al teorema del límite central, debe dar siempre un valor cercano a cero.

Desviación media absoluta

- A fin de evitar el problema del error promedio, se utiliza el promedio de la desviación media absoluta:

$$\frac{\sum |x_i - F_i|}{n}$$

Promedio de error cuadrado

- Penaliza más las desviaciones grandes

$$\frac{\sum |x_i - F_i|^2}{n}$$

Error absoluto medio porcentual

- También elimina el problema del signo. Otra ventaja es que permite comparación por ser un valor relativo, no absoluto.

$$PF_i = \frac{x_i - F_i}{x_i} \times 100$$

$$\frac{\sum |PF|}{n}$$

Ejemplo

Determinar el período 21 utilizando

Promedio simple

Promedio móvil 3 períodos

Suavización exponencial para

$\alpha = 0.3, 0.5, 0.7$

Regresión simple

| Período | Ventas |
|---------|--------|
| 1 | 25 |
| 2 | 27 |
| 3 | 26 |
| 4 | 26 |
| 5 | 26 |
| 6 | 22 |
| 7 | 29 |
| 8 | 24 |
| 9 | 27 |
| 10 | 29 |
| 11 | 30 |
| 12 | 29 |
| 13 | 29 |
| 14 | 27 |
| 15 | 29 |
| 16 | 27 |
| 17 | 23 |
| 18 | 23 |
| 19 | 21 |
| 20 | 24 |

Promedio simple

| (untitled) Solution | |
|------------------------------------|--------|
| Measure | Value |
| Error Measures | |
| Bias (Mean Error) | -2.263 |
| MAD (Mean Absolute Deviation) | 2.263 |
| MSE (Mean Squared Error) | 5.122 |
| Standard Error (denom=n-2=-2) | NA |
| MAPE (Mean Absolute Percent Error) | 9.43% |
| Forecast | |
| next period | 26.15 |

Promedio móvil 3 períodos

| (untitled) Solution | |
|------------------------------------|--------|
| Measure | Value |
| Error Measures | |
| Bias (Mean Error) | -.392 |
| MAD (Mean Absolute Deviation) | 2.118 |
| MSE (Mean Squared Error) | 6.641 |
| Standard Error (denom=n-2=15) | 2.743 |
| MAPE (Mean Absolute Percent Error) | 8.453% |
| Forecast | |
| next period | 22.667 |

$\alpha = 0.3$

0.5

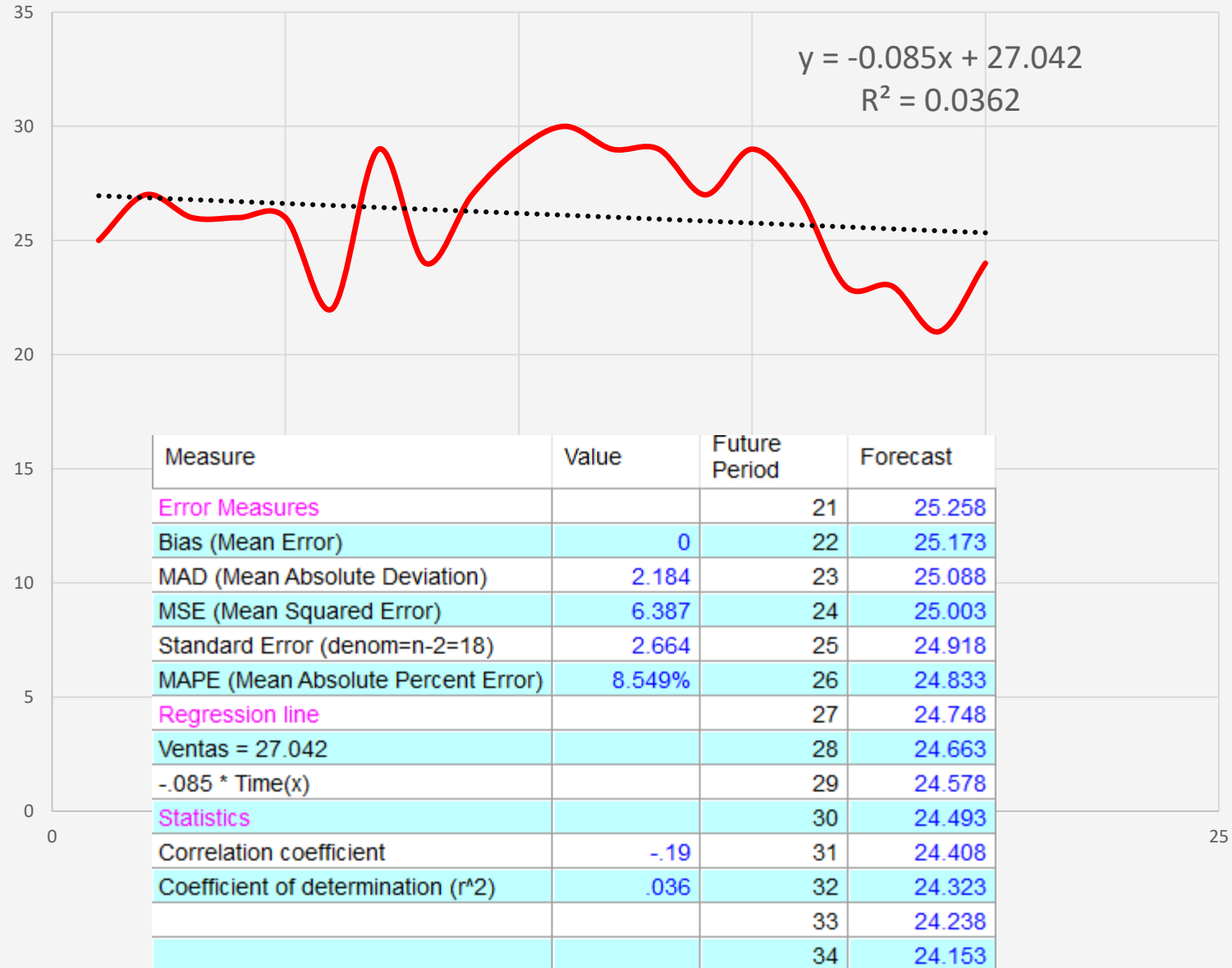
0.7

| Measure | Value |
|------------------------------------|--------|
| Error Measures | |
| Bias (Mean Error) | -.166 |
| MAD (Mean Absolute Deviation) | 2.081 |
| MSE (Mean Squared Error) | 6.639 |
| Standard Error (denom=n-2=17) | 2.724 |
| MAPE (Mean Absolute Percent Error) | 8.261% |
| Forecast | |
| next period | 24.056 |

| Measure | Value |
|------------------------------------|--------|
| Error Measures | |
| Bias (Mean Error) | -.179 |
| MAD (Mean Absolute Deviation) | 1.95 |
| MSE (Mean Squared Error) | 6.099 |
| Standard Error (denom=n-2=17) | 2.611 |
| MAPE (Mean Absolute Percent Error) | 7.743% |
| Forecast | |
| next period | 23.296 |

| Measure | Value |
|------------------------------------|--------|
| Error Measures | |
| Bias (Mean Error) | -.127 |
| MAD (Mean Absolute Deviation) | 2.008 |
| MSE (Mean Squared Error) | 6.326 |
| Standard Error (denom=n-2=17) | 2.659 |
| MAPE (Mean Absolute Percent Error) | 7.911% |
| Forecast | |
| next period | 23.316 |

Ventas



Resumen de valores obtenidos

| Método | Pronóstico, período 21 |
|--|------------------------|
| Promedio simple | 26.2 |
| Promedio móvil 3 períodos | 22.7 |
| Suavización exponencial $\alpha = 0.3$ | 24.2 |
| Suavización exponencial $\alpha = 0.5$ | 23.5 |
| Suavización exponencial $\alpha = 0.7$ | 23.5 |
| Regresión simple | 25.2 |