



**EDITORIAL
DIGITAL**
TECNOLÓGICO DE MONTERREY

MANUAL DE PRONÓSTICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



ARTURO

FARRERA GUTIÉRREZ

Acerca de este eBook



MANUAL DE PRONÓSTICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

-

ARTURO FARRERA GUTIÉRREZ

-

D.R.© Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. 2013

El Tecnológico de Monterrey presenta su primera colección de eBooks de texto para programas de nivel preparatoria, profesional y posgrado. En cada título, nuestros autores integran conocimientos y habilidades, utilizando diversas tecnologías de apoyo al aprendizaje.

El objetivo principal de este sello editorial es el de divulgar el conocimiento y experiencia didáctica de los profesores del Tecnológico de Monterrey a través del uso innovador de la tecnología. Asimismo, apunta a contribuir a la creación de un modelo de publicación que integre en el formato eBook, de manera creativa, las múltiples posibilidades que ofrecen las tecnologías digitales.

Con su nueva Editorial Digital, el Tecnológico de Monterrey confirma su vocación emprendedora y su compromiso con la innovación educativa y tecnológica en beneficio del aprendizaje de los estudiantes.

www.ebookstec.com

ebookstec@itesm.mx

Acerca del autor

ARTURO FARRERA GUTIÉRREZ

Profesor del Tecnológico de Monterrey, Campus Chiapas. Es Licenciado en Ingeniería Industrial y de Sistemas (IIS'90), graduado con honores; y una Maestría en Ingeniería con especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad (MCP'04), ambas por el Tecnológico de Monterrey. Actualmente realiza estudios doctorales en la Hull University Business School, de Inglaterra.

Inició su experiencia académica y docente en la Preparatoria del Tecnológico de Monterrey, Campus Chiapas, impartiendo cursos en el área de Matemáticas; desde el 2003 en la división de Profesional. Ha impartido los cursos de Probabilidad y Estadística, Investigación de Operaciones, Estadística Administrativa y Administración de la Producción. Además, como Coordinador de Acreditaciones Académicas, es responsable de dar seguimiento a las acreditaciones nacionales de los programas de licenciatura que ofrece el Campus Chiapas.

Ha sido reconocido como mejor profesor de nivel profesional, en la encuesta de opinión de graduandos; además de ser incluido en varias ocasiones entre los profesores mejor evaluados en la encuesta de opinión de alumnos (ECO) del nivel de profesional.

Se ha desempeñado profesionalmente en las áreas de información y estadística, administración general, planeación y control de la producción, mantenimiento, comercialización, supervisión de planta y administración de inventarios, entre otras, en empresas privadas y del sector gubernamental, tales como Grupo Gamesa, Cales y Morteros del Grijalva, Cable de Tuxtla, Crufer Accesorios, Bebidas Envasadas y en el Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez.

Mapa de contenidos



Introducción del eBook

En términos generales, pronosticar es establecer una estimación sobre lo que puede suceder en un futuro. En los negocios, dominar esta actividad reviste especial importancia por su relevancia en la planeación y en el establecimiento de metas para las variables de interés. Es entonces esencial que el tomador de decisiones conozca y domine las diferentes técnicas que existen para la elaboración de pronósticos.

En este eBook el lector encontrará explicaciones claras y precisas, y métodos desarrollados paso a paso. Se incluyen ejemplos representativos de cada tema y recursos de apoyo que buscan el entendimiento y comprensión de los métodos y procedimientos, de una forma ágil y dinámica. Aunque el enfoque empleado es hacia la aplicación de los métodos de pronósticos en los negocios, los interesados en las áreas de ingeniería encontrarán también de utilidad los contenidos aquí incluidos.

Sin duda, los gerentes y tomadores de decisiones deben ser cada vez más conscientes de las ventajas que tiene el conocer y saber aplicar los métodos de pronósticos en los negocios. La correcta utilización de estas técnicas indudablemente fortalecerá sus decisiones que, al paso del tiempo, repercutirán en mayores beneficios.

Capítulo 1. Introducción a los pronósticos en los negocios



Introducción

En los negocios, como en muchas otras áreas, el tema de pronósticos ha adquirido gran relevancia debido a la necesidad de los tomadores de decisiones para anticipar las tendencias y predecir el comportamiento de las variables relevantes, que si bien la mayoría de las veces se presentan en un entorno de incertidumbre, es preferible arriesgarse a estimar lo que sucederá en un futuro, pero de una manera bien fundamentada, a diferencia de no tener ningún elemento que dé sustento a una decisión.

Las organizaciones utilizan los pronósticos de manera explícita o implícita, ya que por lo general la actividad de planeación les exige hacer estimaciones de las variables relevantes en un ambiente cada vez más incierto, en donde sin duda la experiencia del tomador de decisiones juega un papel importante que puede y, sobre todo, debe complementarse con bases cuantitativas sólidas proporcionadas por los modelos matemáticos para pronosticar.



1.1 Conceptos básicos

Cuando se trata de entender el concepto de pronóstico, se puede pensar en diferentes términos o características que lo definen; sin embargo, existen sólo tres que se consideran características inherentes o propias de todo pronóstico:

- » Futuro. Un pronóstico es la estimación del valor futuro de una variable, de otra manera no sería un pronóstico, dado que ya se conocería su valor.
- » Incertidumbre. Salvo raras excepciones, todo pronóstico tiene implícito un margen de error. Lo que debe buscar el pronosticador es que este error sea el mínimo.
- » Juicio personal. El pronóstico depende en gran medida de la persona que lo realiza. Con su juicio y experiencia, el pronosticador podrá decidir qué datos y métodos utilizar, así como interpretar los resultados obtenidos.

Tomando en cuenta las características anteriores, se advierte que un *pronóstico* es la estimación del valor futuro de una variable mediante la aplicación de métodos y procedimientos que contribuyan a reducir el margen de error, haciendo uso además del buen juicio y experiencia del responsable de realizar dicha estimación. Es preciso resaltar que no se menciona que el pronóstico debe calcularse mediante la utilización de información histórica (datos), debido a que, como se verá más adelante, pueden existir casos en los que no se cuente con ella y, aun así, sea posible generar pronósticos.

De acuerdo con la definición anterior, un pronóstico es una estimación. No se debe confundir con el análisis de datos, proceso que también es útil como apoyo a la toma de decisiones.

El análisis de datos se basa en los métodos que proporciona la *estadística descriptiva*, mediante el uso de técnicas gráficas como el histograma, diagrama de pastel, diagrama de tallo y hojas, distribución de frecuencias y gráfico de puntos, así como de medidas numéricas como la media, mediana, moda, varianza y desviación estándar. Estos métodos y técnicas se utilizan para organizar y presentar la información obtenida de un conjunto de datos de forma adecuada y entendible, con el objeto de describir las características de las variables e interpretar su comportamiento.

Por otro lado, los métodos cuantitativos de pronósticos forman parte de las técnicas de estimación que se emplean en la *estadística inferencial*, la cual se encarga de hacer inferencias sobre los *parámetros* verdaderos de una población a partir de los resultados obtenidos de una muestra (*estadísticos*). El contenido de este eBook centra su estudio en los métodos cuantitativos de pronósticos más utilizados en los negocios.

1.2 Aplicaciones de los pronósticos

La aplicación de los pronósticos es muy diversa y muchas de las variables relevantes en las organizaciones pueden estimarse. Por lo regular, a este tipo de pronósticos se les denomina micropronósticos, por tratarse de variables que impactan en específico a una empresa o entidad. Ejemplos de estos pronósticos se encuentran en las áreas de:

- » Mercadotecnia. Es probable que el uso más común de los pronósticos en los negocios sea la estimación de la demanda para planear las estrategias de ventas, además de la participación del mercado y el posicionamiento de una marca, entre otras.
- » Producción. Es necesario hacer estimaciones de las variables operativas de una empresa, tales como: productividad, mermas, niveles de inventario, defectos de producción (control de calidad), cantidades de materia prima, etc.
- » Finanzas. Todas las variables que tienen que ver con las finanzas de una empresa necesitan estimarse también, entre ellas: costos y gastos, rotación de activos y pasivos, tasas de interés, tasas financieras y utilidades.
- » Recursos humanos. Sin duda el factor humano es el que mueve a las organizaciones, y no menos importante es establecer estimaciones sobre los niveles de ausentismo, accidentes de trabajo, rotación de personal, enfermedades, índices de desempeño, etc.
- » Planeación estratégica. Una estrategia requerirá estimados de las condiciones económicas en general, precios, tasas de cambio, crecimiento de los mercados, inflación, etc., que ayudarán a una planeación adecuada para la supervivencia y crecimiento de la empresa.

Cuando se trata de la estimación de las variables a nivel macro, como el índice de desempleo de un país, la inflación y el producto interno bruto, entre otras, el pronóstico se denomina macropronóstico, debido a que su impacto es de relevancia general para un Estado, país o región.

Cabe mencionar también que existen otras aplicaciones de los pronósticos que no necesariamente involucran aspectos de negocios, tales como el clima y los deportes, pero que también se obtienen mediante la aplicación de los métodos de pronósticos que se tratarán más adelante.



1.3 Clasificación de los métodos de pronósticos

Como antes se mencionó, para hacer la estimación futura de una variable, existen diferentes métodos o técnicas, las cuales se dividen en dos tipos básicos: métodos cualitativos y métodos

cuantitativos. Se dice que el pronosticador que pueda lograr una combinación tanto de técnicas cualitativas como cuantitativas será más eficiente que aquél que no lo hace. En general, se recomienda evitar los extremos: quien basa sus estimaciones sólo en consideraciones de juicio, o quien emplea sólo técnicas cuantitativas, el resultado obtenido significaría un pronóstico poco confiable o poco realista.



1.3.1 Métodos cualitativos

Por lo general, en un método cualitativo se usa la opinión de expertos, quienes establecen de forma subjetiva un pronóstico de acuerdo a su juicio, experiencia y otros factores no numéricos que le dan sustento a sus predicciones.

El uso de un método cualitativo se justifica cuando no hay disponibilidad de datos o si éstos son muy escasos; cuando los datos no son confiables, o bien, cuando existen datos pero su obtención o acceso a ellos resulta demasiado difícil o costoso. El empleo de uno o más métodos cualitativos se recomienda también para enriquecer los resultados obtenidos a partir de un método cuantitativo.

Algunos de los métodos cualitativos más conocidos se describen a continuación.

Consenso de un panel. Este método consiste en reunir físicamente a un grupo de expertos para analizar una situación que involucre una o más variables de interés, y discutir sobre el comportamiento futuro de la misma, de tal forma que en la búsqueda del consenso de los expertos se determine el o los pronósticos requeridos. El panel debe guiarse o facilitarse por una persona, quien se encarga de moderar el proceso y conducir la dinámica del grupo hacia el logro del objetivo deseado.

La principal ventaja de este método estriba en que se trata de combinar juicios y experiencias de gerentes y ejecutivos (los expertos) que tienen diferentes visiones del negocio, debido a su formación o actividad preponderante; por ejemplo, se podría incluir gente del área de finanzas, producción y mercadotecnia.

Sin embargo, una de las desventajas que puede presentarse en la aplicación de esta técnica es que si uno de los expertos tiene una personalidad dominante sobre los demás integrantes del grupo, podría ser que el resultado final no fuera en realidad un consenso.

Método Delphi. Este método creado por la RAND Corporation, busca rescatar la ventaja del consenso de un panel, pero trata de disminuir el **sesgo** en el resultado final, al establecer la mecánica de que los expertos elegidos para analizar las variables, sean anónimos y no interactúen; es decir, los expertos nunca se reúnen para discutir sus opiniones. Este método tiene tres características distintivas:

1. Anonimato entre los expertos participantes
2. Retroalimentación controlada por un facilitador
3. Resúmenes estadísticos de las respuestas del grupo

El procedimiento consiste en lo siguiente: una vez que se seleccionaron los expertos, se distribuye entre ellos un cuestionario en el que se solicita expresen su opinión sobre las variables a pronosticar. Una persona que funge como facilitador del proceso se encarga de reunir la información y resumirla a través de técnicas estadísticas descriptivas. Posterior a ello, se envían estos resultados a los expertos para su revisión, quienes pueden comparar sus propias estimaciones contra las del grupo, y hacer los ajustes necesarios y justificar sus opiniones. Luego regresan sus observaciones al facilitador y se repite el proceso, hasta que no existan diferencias significativas en los resultados (ver figura 1.1).

Como se observa, se elimina aquí el problema de la predominancia de algunos de los participantes; sin embargo, la gran desventaja de la técnica es el tiempo que se consume en realizar las iteraciones o repeticiones necesarias para llegar a un consenso, a pesar de las herramientas tecnológicas que se utilicen durante el proceso. Además, podría ocurrir que no se llegue a un consenso, o bien, que el facilitador no sea imparcial al momento de conducir la técnica.



Figura 1.1 El Método Delphi

Analogía histórica. Este método se emplea cuando se pronostica la demanda de un nuevo producto o servicio, en cuyo caso se carece totalmente de información previa y existe mucha incertidumbre sobre su desempeño futuro. El fundamento de este método supone que el pronóstico de un nuevo producto o servicio será análogo al de algún producto o servicio similar ya existente, y del cual sí se tenga información. Entonces, por analogía, se estima la demanda futura para el producto o servicio en cuestión.

Investigación de mercados. Muchas de las actividades de la mercadotecnia enfocadas a la investigación de posibles mercados para un nuevo producto o servicio son útiles para hacer pronósticos cualitativos. Encuestas a clientes potenciales, encuestas de intención de compra y mercadeo de prueba, son algunas de las técnicas mediante las cuales la investigación de mercados anticipa la demanda de un nuevo producto o servicio y ayudan a determinar los comportamientos de compra esperados por el mercado potencial.

Pronóstico visionario. Quizá este sea el más subjetivo y el menos preciso de los métodos cualitativos. Su característica es que genera pronósticos a largo plazo y por lo general es un juicio emitido por una persona, cuya experiencia en una determinada área le permite expresar una visión a largo plazo acerca de lo que se espera de una o más variables de interés. Se trata pues de construir un escenario futuro a largo plazo (una visión), basado en el buen juicio, la experiencia y la intuición personal.

La ventaja general de estos y otros métodos cualitativos de pronósticos radica en que no requieren, por lo menos de forma específica, ninguna preparación matemática para su utilización. A medida que el pronosticador adquiere experiencia, se van afinando sus estimaciones y muchas veces pueden llegar a ser, incluso, más precisas que las emitidas mediante algún método cuantitativo. De hecho, puede decirse que el pronosticador cualitativo, de forma implícita hace uso

de razonamientos cuantitativos en sus juicios. Sin embargo, una desventaja para lograr tales resultados, es que toma mucho tiempo para que la persona aprenda cómo traducir su experiencia e intuición en buenos pronósticos.



1.3.2 Métodos cuantitativos

A diferencia de los métodos cualitativos, es deseable emplear un método cuantitativo cuando sí se dispone de información histórica confiable (datos). Estas técnicas requieren el estudio de dicha información para predecir el valor futuro de la variable de interés. Además, no es indispensable que la persona tenga experiencia, ya que en este caso no se necesita emitir un juicio basado en su intuición. Sin embargo, es muy recomendable complementar los resultados obtenidos mediante un método cuantitativo con la interpretación y el análisis subjetivo que proporciona cualquiera de las técnicas cualitativas, para dar más confiabilidad y precisión a los pronósticos.

Existen diversos métodos cuantitativos de pronóstico que se pueden clasificar en dos grandes grupos, de acuerdo al tipo de información con la que se cuente: métodos para pronosticar series de tiempo y modelos causales.

Métodos de pronóstico para series de tiempo. Como se verá más adelante, una **serie de tiempo** es una sucesión periódica de datos históricos. El fundamento básico de estos métodos consiste en suponer que el comportamiento histórico de la variable seguirá teniendo el mismo patrón, por lo que se trata de proyectar hacia el futuro dicho comportamiento subyacente de la serie de tiempo. Un modelo de este tipo podría no ser del todo útil, si de antemano se sabe que el comportamiento histórico no será el mismo en el futuro, como por ejemplo, si se espera una nueva estrategia en la organización, un proyecto inusual de mercadotecnia, apertura de nuevas sucursales, introducción de nuevas líneas de producto, etc., en cuyo caso la utilización de alguna técnica cualitativa ayudaría a dar más confiabilidad al pronóstico cuantitativo.

Este tipo de métodos se clasifican en: métodos de suavización, métodos de descomposición y modelos autorregresivos (ARIMA).

Los métodos de pronóstico para series de tiempo incluidos en este libro son:

» Métodos de suavización

- Series de tiempo estacionarias
 - » Promedio móvil simple
 - » Promedio móvil ponderado
 - » Suavización exponencial simple

- » Suavización exponencial simple de respuesta adaptativa
- Series de tiempo con tendencia
 - » Promedio móvil lineal
 - » Suavización exponencial lineal de un parámetro (método de Brown)
 - » Suavización exponencial lineal de dos parámetros (método de Holt)
- Series de tiempo estacionales
 - » Suavización exponencial lineal de tres parámetros (método de Winters)

» **Métodos de descomposición**

- » Descomposición multiplicativa
- » Descomposición aditiva

Modelos causales. Estos modelos se utilizan cuando los datos recopilados no toman en cuenta la variable tiempo, o bien, cuando se consideran como datos tomados aproximadamente en el mismo punto del tiempo (datos transversales). Se requiere identificar otras variables que de alguna manera estén relacionadas con la variable de interés, y que por este hecho, su ocurrencia determine en alguna medida el comportamiento de la variable que se desea pronosticar. Se denominan causales debido a que por lo general se trata de variables que tienen una relación de causa-efecto, es decir, el comportamiento de una o más variables (la causa), determina en alguna medida el comportamiento de otra variable (el efecto). Por ejemplo, la variable ventas puede depender en gran medida de lo que ocurra con la variable gastos en publicidad; o la variable número de defectos puede estar influenciada por las variables antigüedad en el trabajo y horas de capacitación. Entonces, este tipo de relaciones se pueden expresar mediante modelos matemáticos que estimarán el comportamiento de las variables de interés.

Dentro de esta clasificación, se encuentran principalmente modelos de regresión y modelos econométricos.

» Modelos de regresión:

- Regresión lineal simple
- Regresión lineal múltiple

En los capítulos posteriores se estudian con más detalle cada uno de los métodos mencionados.

1.4 Selección de un método de pronóstico

Como se mencionó en el tema anterior, existen muchos métodos para pronosticar, y no hay manera de decir que alguno de ellos sea mejor que otro para este propósito. Por lo general, la elección del mejor método para hacer un pronóstico dependerá de diversos factores que hay que considerar, por ejemplo:

1. Disponibilidad de datos. Este es un factor que conducirá a la elección de un método cualitativo o uno cuantitativo.
2. Precisión deseada. Es importante definir qué grado de precisión se desea. La búsqueda de una mayor exactitud del pronóstico puede llevar al análisis de varios métodos y a otras consideraciones que pueden requerir principalmente mayor tiempo y recursos.

3. Uso que se le dará al pronóstico. Es necesario saber para qué se utilizará el pronóstico, por ejemplo, para determinar el grado de exactitud adecuado.
4. Disponibilidad de recursos. Es de especial consideración tomar en cuenta los recursos disponibles. Es posible que el pronóstico no requiera tanta precisión, pero sí se necesite con urgencia (tiempo); puede ser que la adquisición de datos confiables sea muy costosa (dinero); o bien, que se requiera gente preparada o equipo especial para su elaboración (personal y equipo).
5. Importancia del pasado para estimar el futuro. Es preciso considerar la relevancia del patrón de comportamiento histórico de la variable para identificar si puede tomarse en cuenta para el futuro.
6. Persona que va a realizar el pronóstico. Como característica inherente de un pronóstico, el juicio y la intuición del pronosticador influirán en el método a elegir y, por consecuencia, en el resultado de la estimación.

En resumen, no existe un método que sea mejor que otro; simplemente dependerá de cada situación. Podría decirse que cada caso tiene su propio “mejor método” y este será el que elija el pronosticador, una vez que haya puesto a consideración los factores antes mencionados.

1.5 Tipos de datos

Los datos son hechos, informaciones y cifras recopiladas para una o más variables con el propósito de describir y/o hacer inferencias sobre dicha(s) variable(s). En otras palabras, los datos son un conjunto de observaciones obtenidas para una variable de interés.

En estadística se reconocen dos tipos generales de datos:

» Datos cualitativos que expresan una cualidad, categoría o característica de la variable o elemento de interés. Los datos cualitativos por lo general se expresan con medidas no numéricas, como “M” y “F” para la variable *género*. Los datos cualitativos también se pueden expresar mediante números, por ejemplo, si se asignara el número 1 al sexo masculino y el número 2 al femenino; sin embargo, establecer cualquier operación aritmética entre estos números carecería de significado. Los datos recopilados para las variables *color*, *estado civil* y *marca de automóvil* serían ejemplos de datos cualitativos.

» Datos cuantitativos que expresan cantidades, las cuales representan una medida o valor numérico para una variable. Las variables cuantitativas, invariablemente se expresan en números y pueden caer en alguna de las siguientes categorías:

» Datos discretos, son aquéllos que se pueden contar; por ejemplo, las variables *número de hijos*, *cantidad de piezas defectuosas*, *número de sucursales*, *cantidad de empleados*, y *número de piezas*, darían origen a un conjunto de datos cuantitativos discretos.

» Datos continuos, son aquéllos que se pueden medir; es decir, sus valores corresponden a una escala de medición, por ejemplo, las variables *temperatura*, *volumen*, *ingresos*, *gastos*, *peso*, *área*, etc., darían como resultado un conjunto de datos cuantitativos continuos.

Para propósitos estadísticos y en particular para el tema de pronósticos, es necesario dividir los datos (cuantitativos) en dos tipos: series de tiempo y datos transversales.

1.5.1 Series de tiempo

Una serie de tiempo es una sucesión periódica de datos históricos. Una característica importante es que la periodicidad de dicha información debe ser uniforme; por ejemplo, si se desea reunir

información sobre las ventas de una empresa, ésta puede ser semanal, mensual o anual, pero el periodo de tiempo entre una observación y otra debe ser el mismo para toda la serie de datos.

Es importante saber identificar los diferentes patrones de comportamiento que pueden presentar los datos, debido a que el método de pronóstico que se utilizará, dependerá precisamente de ello. Una serie de tiempo puede ser:

- » Estacionaria. Es aquella cuyo comportamiento general se observa dentro de una franja estacionaria u horizontal. En general no crece ni decrece a lo largo del tiempo.
- » Con tendencia. Una serie de tiempo con tendencia presentará un comportamiento dentro de una franja ascendente o descendente.
- » Estacional. Es la serie de tiempo con un patrón de comportamiento repetitivo en periodos iguales o menores a un año; es decir, el comportamiento anual se puede dividir en estaciones de igual magnitud. A esta división se le denomina estacionalidad que representa el número de periodos en que se divide cada año. Cabe mencionar que si el comportamiento repetitivo a lo largo del tiempo se observa en periodos mayores a un año, se le denomina comportamiento cíclico, concepto sobre el cual se profundiza en el Capítulo 3.

Una serie de tiempo puede ser estacionaria y estacional al mismo tiempo; o estacional con tendencia, pero no puede ser estacionaria y con tendencia de forma simultánea. En la figura 1.2 se ilustran algunos ejemplos de series de tiempo.



Figura 1.2 Ejemplos de serie de tiempo.

1.5.2 Datos transversales

Los datos transversales son aquellos que se recopilan en el mismo o aproximadamente el mismo punto del tiempo; por ejemplo, las ventas durante la semana 47 para cada una de las 20 sucursales de una empresa, o las ventas promedio de un artículo correspondientes a cada una de las diferentes cantidades invertidas en publicidad durante el año anterior.

Muchas veces los datos transversales recopilados toman la forma de relaciones causa-efecto entre una variable independiente (o más) y una variable dependiente, de tal forma que es posible la aplicación de los modelos causales para hacer estimaciones e inferencias. Se parte aquí del supuesto de que los valores que tome una o más variables independientes o predictoras (la causa) puede determinar en cierta medida el valor de una variable dependiente (el "efecto"). Derivado de lo anterior, el modelo matemático trata de identificar el comportamiento subyacente de los datos para poder hacer estimaciones de la variable dependiente, a partir de los diferentes valores que tomen las variables independientes o predictoras.

En la figura 1.3 se muestra una gráfica donde se observa este tipo de datos. En este caso, la variable número de piezas defectuosas depende de la variable tasa de producción; en particular, a medida que la tasa de producción aumenta, es evidente que el número de piezas defectuosas

será menor.

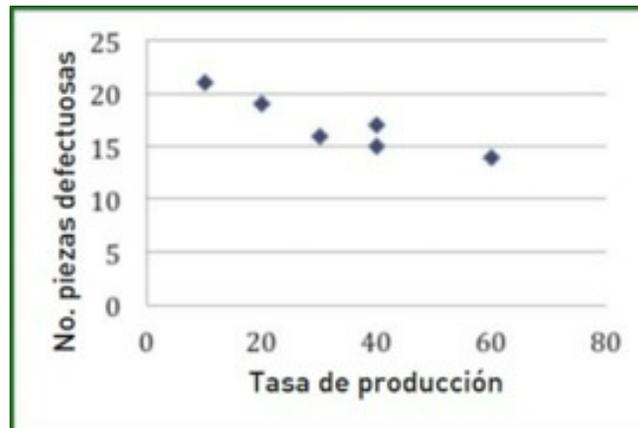


Figura 1.3 Ejemplo de datos transversales.

1.6 Mediciones del error de un pronóstico

Todo pronóstico lleva implícito un margen de error y dependiendo qué tan grande o pequeño sea este, así será el grado de precisión o exactitud de la estimación; mientras más pequeño el error, más preciso será el pronóstico y viceversa. Por lo tanto, es importante realizar diferentes mediciones del error asociado a los pronósticos obtenidos mediante un método en particular, para poder determinar qué tan útiles serán dichas estimaciones o si será necesario emplear otros métodos en la búsqueda de mayor precisión de los resultados obtenidos.

Un error no es otra cosa que la desviación o la variación que existe entre el valor real de la variable y su valor pronosticado. El error se define entonces como:

$$e_t = Y_t - F_t \quad (1.1)$$

Donde:

e_t = error del pronóstico en el periodo t .

Y_t = valor real de la variable en el periodo t .

F_t = valor pronosticado de la variable en el periodo t .

Si existen observaciones y pronósticos para n periodos, entonces se pueden calcular n errores, con los cuales es posible determinar el conjunto de mediciones estadísticas útiles que se verán a continuación.

Las siguientes mediciones de error se aplican a los pronósticos de series de tiempo, aunque su comprensión será útil también cuando se trate de pronósticos mediante modelos causales.

1. Error medio (*mean error*, o ME):

$$ME = \frac{\sum(Y_t - F_t)}{n} = \frac{\sum e_t}{n}$$

(1.2)

2. Error absoluto medio (*mean absolute error*, o MAE):

$$MAE = \frac{\sum|Y_t - F_t|}{n} = \frac{\sum|e_t|}{n}$$

(1.3)

3. Error porcentual medio (*mean percentage error*, o MPE):

$$MPE = \frac{\sum\left(\frac{Y_t - F_t}{Y_t}\right)}{n} = \frac{\sum\left(\frac{e_t}{Y_t}\right)}{n}$$

(1.4)

4. Error porcentual absoluto medio (*mean absolute percentage error*, o MAPE):

$$MAPE = \frac{\sum\left|\frac{Y_t - F_t}{Y_t}\right|}{n} = \frac{\sum\left|\frac{e_t}{Y_t}\right|}{n}$$

(1.5)

5. Error cuadrado medio (*mean squared error*, o MSE):

$$MSE = \frac{\sum(Y_t - F_t)^2}{n} = \frac{\sum e_t^2}{n}$$

(1.6)

Debe hacerse notar que estas mediciones de error implican el cálculo de promedios, por lo que la “*n*” de las fórmulas anteriores, no siempre corresponderá al número de datos de la serie de tiempo (ver el ejemplo mostrado en la tabla 1.1).

Cada una de estas mediciones de error tiene una interpretación diferente que da información

sobre el pronóstico o el modelo empleado. El error medio (ME) y el error porcentual medio (MPE) dan información sobre el sesgo esperado en el pronóstico; es decir, qué tan subestimado o sobreestimado estará el pronóstico en promedio, dependiendo si ME es positivo o negativo, respectivamente. Sin embargo, no siempre proporcionan una idea de la precisión, debido a que los errores negativos con los positivos se cancelan unos con otros y podría darse el caso de que un pronóstico muy malo arrojará un ME o MPE con valor de cero o muy cercano a cero.

Por otro lado, el error absoluto medio (MAE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE) indican el tamaño del error del pronóstico, debido a que se toma sólo la magnitud del error (valor absoluto), lo cual da la idea de la exactitud esperada del pronóstico y en un momento dado podría emplearse alguna de estas mediciones para comparar los resultados obtenidos entre diferentes métodos de pronóstico.

Sin embargo, la medición más común que se emplea para hacer comparaciones es, sin duda, el error cuadrado medio (MSE), quizá por su semejanza con el concepto estadístico básico de varianza (y a partir de ésta, la desviación estándar). Entre dos valores de MSE, el más pequeño indicará un mejor pronóstico.

Tabla 1.2
Cálculo e interpretación de las mediciones de error

Periodo	Observación	Pronóstico	Error	Error absoluto	Error porcentual	Error porcentual absoluto	Error cuadrado
t	Y_t	F_t	e_t	$ e_t $	e_t/Y_t	$ e_t/Y_t $	e_t^2
1	154	-	-	-	-	-	-
2	147	-	-	-	-	-	-
3	155	150.5	4.5	4.5	0.029	0.029	20.25
4	143	151	-8	8	-0.056	0.056	64.00
5	155	149	6	6	0.039	0.039	36.00
6	148	149	-1	1	-0.007	0.007	1.00
7	145	151.5	-6.5	6.5	-0.045	0.045	42.25
8	160	146.5	13.5	13.5	0.084	0.084	182.25
9	150	152.5	-2.5	2.5	-0.017	0.017	6.25
Sumatorias			6	42	0.028	0.276	352
Mediciones de error				Interpretación			
ME = 6 / 7 = 0.857		ecuación (1.2)		F subestimada en promedio en 0.857 unidades			
MAE = 42 / 7 = 6		ecuación (1.3)		El tamaño promedio del error de F es 6 unidades			
MPE = 0.028 / 7 = 0.004		ecuación (1.4)		F subestimada en promedio en 0.4%			
MAPE = 0.276 / 7 = 0.039		ecuación (1.5)		El tamaño promedio del error de F es 3.9%			
MSE = 352 / 7 = 50.286		ecuación (1.6)		Sirve para comparar contra otro MSE			

En la tabla 1.1 se muestra un ejemplo del cálculo e interpretación de cada una de estas mediciones de error para una serie de tiempo de una variable Y . Como se observa, hay 9 periodos conocidos (columna t) y cualquiera de los métodos empleados para pronosticar harán uso de las observaciones históricas (Y) para generar los valores estimados (F) para cada periodo, de tal manera que pueda extrapolarse este comportamiento histórico hacia los periodos desconocidos (para este ejemplo, no es relevante mencionar cómo se obtuvieron los valores de la columna F).

Los cálculos para el periodo 4 (es decir, $t = 4$), son los siguientes: dados $Y_4 = 143$ y $F_4 = 151$, el error del pronóstico, de acuerdo a la ecuación 1.1, es $e_4 = 143 - 151 = -8$. El valor absoluto de

este error es $|e_4| = |-8| = 8$. El error porcentual, $e_4 / Y_4 = -8 / 143 = -0.056$. El valor absoluto de este error porcentual es $|e_4 / Y_4| = |-0.056| = 0.056$. Por último, el error cuadrado se obtiene al elevar al cuadrado el valor del error de este periodo: $e_4^2 = (-8)^2 = 64$. De manera similar se obtienen los valores para cada periodo. Por el método empleado en este ejemplo, para los periodos 1 y 2 no existe un pronóstico, por lo tanto no se puede calcular un error de pronóstico.

Para calcular las mediciones de error, se debe obtener la sumatoria de cada columna, para poder aplicar las ecuaciones 1.2 a la 1.6, utilizando un valor de $n = 7$, es preciso observar que el valor de n no es igual al número de datos (¿por qué?).

La información que brindan estas mediciones pueden resumirse en tres aspectos. En primer lugar, el ME y el MPE dan información sobre la sub o sobreestimación del pronóstico en promedio y, en este caso, se tiene una subestimación de 0.857 unidades, y de 0.4% en promedio. La ventaja de analizar el MPE consiste en saber qué tan grande o qué tan pequeño es el sesgo en porcentaje, dado que la información en unidades que proporciona el ME pudiera ser engañosa.

En segundo lugar, el MAE y el MAPE dan información sobre el tamaño del error, en este caso 6 unidades y 3.9%, que serían los valores promedio que podrían esperarse del error, una vez que ocurra el valor verdadero y éste sea comparado con el valor pronosticado. Y en tercer lugar, el MSE que (al igual que la varianza) adquiere un significado útil cuando se utiliza para compararla contra otro MSE, en cuyo caso el valor más pequeño de MSE indicará que el modelo de pronóstico respectivo producirá sistemáticamente mejores estimaciones. En este ejemplo, el valor de 50.286 tendrá utilidad cuando se compare contra otro MSE.

Revisa la actividad al final del capítulo

Conclusión del capítulo 1

Pronosticar es anticipar el valor futuro de una variable. Esto se logra aplicando técnicas cuantitativas y/o la experiencia y juicio de la persona responsable de su elaboración. El pronosticador deberá explorar y analizar, en primera instancia, los datos con que se cuente, porque derivado de ello, se utilizará un método cualitativo (como el método Delphi, consenso de un panel, analogía histórica, estudio de mercado o pronóstico visionario) o bien uno cuantitativo.

Cuando se tienen suficientes datos, se prefiere emplear una técnica cuantitativa, ya sea para pronosticar una serie de tiempo o para desarrollar un modelo causal. Una serie de tiempo es una sucesión histórica de datos, que puede ser estacionaria, con tendencia o estacional, y es posible desarrollar su pronóstico con una técnica de suavización o con un método de descomposición. Por otro lado, se desarrollará un modelo causal si se cuenta con datos que presentan una relación causa-efecto, en donde la aplicación de las técnicas de regresión lineal serán las más adecuadas para este fin.

Existen diferentes mediciones de error que caracterizan al pronóstico desarrollado, como el ME y el MPE que miden el sesgo en el pronóstico; o el MAE y el MAPE que dan información sobre el tamaño del error y que, al igual que el MSE, se emplean para hacer comparaciones contra otros métodos utilizados. Cualesquiera que sean los métodos de pronóstico desarrollados, la labor del pronosticador es encontrar aquel que arroje el error más pequeño para garantizar una mayor precisión en la estimación, y por consecuencia una mejor toma de decisiones.



Actividades del capítulo 1

» [Ejercicio integrador del capítulo 1](#)

» [Actividades y ejercicios Capítulo 1](#)

Recursos del capítulo 1

Para más información sobre pronósticos en los negocios puedes consultar los siguientes enlaces:

» Tablas de probabilidades:

[Distribución Normal Estándar](#)

[Distribución t](#)

[Distribución F](#)

» [Pronósticos con Microsoft Excel 2010](#)

» [Pronósticos con Minitab 16](#)

» *Business Link*. (2011). Recuperado el 29 de agosto de 2011, de <http://www.businesslink.gov.uk>
Business Link es un portal del gobierno del Reino Unido que contiene diversos recursos de apoyo para los negocios. Se recomienda leer la sección sobre cómo pronosticar y planear las ventas siguiendo la ruta: Home > Starting up > Sales and marketing > Forecast and plan your sales.

» *Institute of Business Forecasting & Planning*. (2007). Recuperado el 9 de agosto de 2011, de <http://www.ibf.org/index.cfm>

El *Institute of Business Forecasting & Planning* (IBF) es un centro de aprendizaje de estrategias y técnicas de pronósticos y planeación en los negocios que ofrece talleres y seminarios para aumentar las habilidades de los profesionales en estos temas. Se recomienda explorar las secciones Knowledge y About us.

» *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. (2011). Recuperado el 29 de agosto de 2011, de <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>

El objetivo del INEGI es suministrar información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, para coadyuvar al desarrollo nacional, bajo los principios de accesibilidad, transparencia, objetividad e independencia. En este sitio se pueden encontrar diversas estadísticas e información histórica de relevancia para México.

» *International Institute of Forecasters*. (s.f.). Recuperado el 9 de agosto de 2011, de <http://forecasters.org/index.html>

El *International Institute of Forecasters* (IIF) es la organización más importante para los estudiantes y profesionales en el campo de los pronósticos. Contiene bases de datos, publicaciones, investigaciones y novedades en este tema.

» *RAND Corporation*. (1994-2011). Recuperado el 10 de agosto de 2011, de <http://www.rand.org/>
RAND Corporation es una institución sin fines de lucro que ayuda a mejorar la política y la toma de decisiones mediante la investigación y análisis sobre diversos tópicos. Se recomienda navegar en este sitio web para saber más acerca del método Delphi.

» *Wordle*. (2009). Recuperado el 29 de agosto de 2011, de <http://www.wordle.net>

Wordle es una página web que presenta un recurso de apoyo para construir “nubes de palabras” a partir de una lista proporcionada por el usuario. La nube resalta las palabras de acuerdo a la frecuencia con la que ocurren. Es un recurso gráfico que ayuda a entender o a construir conceptos.

» Revisa las siguientes preguntas de repaso correspondientes a este capítulo:

[Preguntas de repaso del capítulo 1](#)