

881201

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE ACTUARIA

Con estudios Incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México

5
23



METODOS DE PRONOSTICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
A C T U A R I O
P R E S E N T A N

MARIA DOLORES GONZALEZ GARCIA
EMMA ALICIA RABIELA PINEDA

ASESOR DE INVESTIGACION: ACT. CESAR HUGO CABRERA CAUDILLO



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

INTRODUCCION

CAPITULO I

NATURALEZA DEL PRONOSTICO

1.1	Incertidumbre y riesgo	1
1.2	Utilización de los pronósticos	3
1.3	Pronósticos en el tiempo	5
1.4	Otras clasificaciones de los pronósticos	7
1.5	Exactitud en los pronósticos	10

CAPITULO II

LINEAMIENTOS DEL PROCESO DE PRONOSTICAR

2.1	Propósito del pronóstico	12
2.2	Pronóstico del entorno económico	12
2.3	Pronóstico global de la industria	13
2.4	Pronóstico para cada línea de productos	13
2.5	Utilización del pronóstico para la operación de la compañía	15
2.6	Revisión del desempeño de la realidad	16

CAPITULO III

PRONOSTICO DE LAS CONDICIONES ECONOMICAS Y DE LA INDUSTRIA

3.1	Principales métodos para pronosticar el comportamiento de la economía y la industria	18
3.2	Recomendaciones para la selección de un pronóstico	20

CAPITULO IV

METODOS DE PRONOSTICO SEMI-OBJETIVOS

4.1	Introducción	22
4.2	El rol del criterio en la elaboración de un pronóstico	22
4.3	Como aplicar el criterio adecuadamente	23
4.4	Fuentes de información para los métodos Semi-Objetivos	24
4.5	Métodos de pronóstico Semi-Objetivos	25

CAPITULO V

PRONOSTICO DE TENDENCIAS UTILIZANDO SERIES DE TIEMPO

5.1	Razones para medir la tendencia	33
5.2	Pasos preliminares para trabajar con los datos	34
5.3	Ajuste de una curva de tendencia utilizando el Método de Mínimos Cuadrados	39
5.4	Tipo de curvas	40
5.5	Comparación entre curvas	58
5.6	Pronósticos a largo plazo	61
5.7	Pronósticos a corto plazo	61
5.8	Resumen y conclusiones	62

CAPITULO VI

PRONOSTICOS A CORTO PLAZO Y VARIACION ESTACIONAL

6.1	Razones para medir las variaciones estacionales	64
6.2	Método de porcentajes para medir la estacionalidad	65
6.3	Método de promedios móviles para medir la estacionalidad	68
6.4	Cálculo de índices estacionales - estacionalidad constante	71
6.5	Cálculo de índices estacionales - estacionalidad variable	75
6.6	Análisis completo de una serie de tiempo	79

CAPITULO VII

ESTUDIO DE SEGUIMIENTO Y PRONOSTICOS UTILIZANDO TOTALES MOVILES - 12 MESES

7.1	Utilización de los totales móviles - 12 meses como herramienta de seguimiento	84
7.2	Elaboración de un pronóstico utilizando los totales móviles - 12 meses	88

CAPITULO VIII

ELABORACION DE PRONOSTICOS UTILIZANDO ANALISIS DE REGRESION

8.1	Introducción	90
8.2	Lógica del análisis de regresión	91
8.3	Usos del análisis de regresión	92
8.4	Tipos de correlación	93
8.5	Correlación simple	97
8.6	Regresión múltiple	107

8.7	Uso de ecuaciones de regresión múltiple para pronosticar	111
8.8	Análisis de regresión múltiple: Un ejemplo	113

CAPITULO IX

MODELO AUTORREGRESIVO DE PRONOSTICO

9.1	Introducción	118
9.2	Autorregresión	118
9.3	Ajuste de Modelos Autorregresivos de Primer y Segundo orden	120
9.4	Elaboración de pronósticos utilizando el Modelo Autorregresivo de Segundo orden	124

CAPITULO X

OTROS METODOS PARA ELABORAR PRONOSTICOS

10.1	Revisión de pronósticos anuales mediante porcentajes acumulados	126
10.2	Corrección de sesgos sistemáticos en un pronóstico	128
10.3	Método Delphi	130

APENDICE A

APENDICE B

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Como consecuencia del medio ambiente cambiante, más complejo y competitivo en el que se desempeñan las empresas, el contar con mejor información se como base para la toma de decisiones, se hace cada vez más importante; esto ha originado que la Planeación sea una de las áreas clave en la estructura organizacional de las compañías.

En general, la Planeación incluye el establecimiento de metas, objetivos, estrategias, políticas, y el personal necesario, así como la asignación de un presupuesto y programas específicos para cumplir esas metas. Idealmente el departamento de Planeación deberá integrar los cambios políticos, económicos, sociales y de mercado con las metas de la empresa, para dar un panorama de donde se situará la compañía en un corto y largo plazos. Esta integración puede lograrse por medio de varios métodos, que van desde una excelente recopilación de datos históricos tanto de resultados de la compañía como de factores externos que le afectan, hasta el procesamiento de estos datos a través de sofisticados métodos de análisis y predicción. La selección del método a utilizar dependerá del nivel del ejecutivo encargado de la toma de decisiones y de la importancia de la decisión en si.

El grado de experiencia y sentido común de quien lo realiza son factores muy importantes en la elaboración de un pronóstico así como el método utilizado.

El objetivo de hacer pronósticos es predecir los resultados de la compañía en un tiempo dado bajo ciertas condiciones (supuestas) del entorno y tomando en cuenta un nivel de recursos a aplicar. Cualquiera que sea el método de pronóstico, este deberá de ser lo suficientemente dinámico para incorporar nuevos datos, hechos, decisiones y cambios en las condiciones, ya que un sistema de pronósticos es un proceso continuo y de retroalimentación.

Un pronóstico puede hacerse tanto a nivel global como para cada uno de los componentes funcionales de la compañía. Al comparar los resultados reales con los pronósticos se puede monitorear el desempeño de cada componente y así identificar las áreas conflictivas y cuellos de botella que impiden el logro de los objetivos globales.

Determinar las razones por las cuáles un pronóstico no fue acertado y aprender de la experiencia, son puntos importantes en cualquier sistema de pronósticos.

El objetivo de esta Tesis, es mostrar un análisis de los factores que deben de considerarse al diseñar un sistema de pronósticos y ayudar a que una persona enfocada a negocios,

que tal vez no tenga la preparación matemática requerida para profundizar en los métodos, sea capaz de elaborar y utilizar pronósticos, además de poder interpretar los resultados.

En el capítulo I se discute la naturaleza de los pronósticos, las diferentes formas de pronosticar y sus respectivos grados de precisión. En el capítulo II se delinea el proceso general de cómo hacer un pronóstico de tal forma que los métodos a discutir en los capítulos subsecuentes sean entendidos fácilmente.

En el capítulo III se tratarán los pronósticos generales de la industria y la economía enfocándose en la utilización de un pronóstico particular y no en su elaboración en sí.

En cualquier pronóstico influye el criterio del autor en mayor o menor grado, en el capítulo IV se examina la naturaleza de esta influencia y se describen algunos métodos semiobjetivos, es decir, aquellos métodos en donde el criterio o juicio predomina sobre la objetividad.

La última parte de esta Tesis está enfocada en los métodos objetivos de pronóstico, esto es, aquellos que involucran procedimientos matemáticos y estadísticos en el manejo de los datos.

El factor estacionalidad (patrones de comportamiento en el corto plazo) y los métodos de análisis de Series de Tiempo y de Totales Móviles se muestran en el capítulo VI.

El Análisis de Correlación o la relación de una variable con respecto a algunas de sus causales se ejemplificarán en el capítulo VIII.

En el capítulo IX se explica brevemente el Método de Pronóstico desarrollado por Box y Jenkins.

En el capítulo X se presentan algunas otras técnicas sencillas para pronosticar, que se aplican dependiendo de los datos con los que se cuente.

La Tesis contiene dos apéndices, el primero muestra información adicional acerca de los Logaritmos y el segundo es un cuadro sinóptico que resume las características de los principales métodos de pronóstico, para facilitar al usuario la selección del método más adecuado.

CAPITULO I

NATURALEZA DEL PRONOSTICO

Para efecto de esta Tesis un pronóstico se define como un estimado de los resultados que una compañía puede esperar alcanzar durante un periodo futuro de tiempo dado, asumiendo ciertas condiciones económicas y de mercado.

En general, pronosticar es analizar el pasado y el presente para predecir el futuro de una manera ordenada y sistemática.

Los eventos del pasado sirven para identificar comportamientos y patrones que pueden proyectarse al futuro. Cuando existen hechos tangibles que nos indiquen que el futuro tendrá un comportamiento diferente a las regularidades mostradas en el pasado, las proyecciones deberán de ser modificadas.

Los pronósticos pueden hacerse para un producto en particular, para una línea de productos o para el total de la compañía.

1.1 INCERTIDUMBRE Y RIESGO

En cuestión de pronósticos, la incertidumbre es un concepto relativo, más que absoluto, ya que el autor siempre tiene idea de qué eventos pueden ocurrir más probablemente que otros. Por ejemplo, si un fenómeno se ha comportado con cierta regularidad en el pasado, y si el tiempo futuro que se quiere pronosticar es corto, se puede pensar con cierta seguridad que el fenómeno seguirá comportándose de la misma forma.

En cambio, si se quiere pensar en un futuro lejano, y el pasado ha sido inestable, no deberá considerarse la historia como guía única para elaborar el pronóstico.

Estas ideas deberán de tenerse en mente al momento de elaborar un pronóstico.

En los entornos cambiantes en donde el futuro es incierto, no se deberán esperar pronósticos 100% exactos, pero si se contará con una muy buena idea del nivel en que se moverán los resultados. Esto no debe de tomarse como una razón para dejar de hacer pronósticos; el aprender de la experiencia, la identificación de variables importantes y la obtención de mayor sensibilidad sobre los datos, son acciones que ayudan a manejar este tipo de incertidumbre en un pronóstico.

Una de las ventajas de hacer pronósticos regularmente, es ir analizando los resultados reales contra los pronosticados, y así utilizar la nueva información para ajustar el modelo y planear nuevamente las actividades según se va presentando la realidad.

Es importante pensar que un pronóstico no es un compromiso final a futuro; un pronóstico es un estimado realizado en base a la mejor información disponible en ese momento y que este mejorará a medida que se cuente con más información. Un pronóstico es tratar de ver el futuro desde un momento específico dado.

Aunque el futuro es siempre incierto, se pueden usar la experiencia, los conocimientos y el análisis de factores relevantes para hacer estimados de los hechos que ocurrirán bajo ciertas condiciones.

Para una toma de decisiones más acertada, se recomienda hacer varios pronósticos bajo diversos escenarios o supuestos que tengan diferentes probabilidades de ocurrencia.

Dentro de estos escenarios siempre deberá de considerarse el "más probable" como base y hacer uno "optimista" y otro "pesimista", así se tiene una mejor idea del rango en el que se moverán los resultados, además, si las condiciones originales mejoran o empeoran ya se tiene de antemano un análisis de lo que puede ocurrir.

Finalmente, es importante hacer notar que no es necesario que un pronóstico sea completamente exacto para que sirva como ayuda en la toma de decisiones, ya que se puede manejar un cierto grado de error.

La revisión continua de los pronósticos, planes y programas de acción de acuerdo a la disponibilidad de nueva información y al comportamiento real de las condiciones, es una práctica útil y común en las empresas.

Estas revisiones pueden hacerse trimestralmente contra un pronóstico original que se hace una vez al año. A continuación se muestra un formato útil y sencillo para realizar este análisis.

PRONOSTICO ANUAL 1990

(A)	(B)	(C)	(B/C)	(E)	(B/E)
<u>MES</u>	<u>DATOS REALES</u>	<u>PRONOSTICO ORIGINAL</u>	<u>% VARIACION</u>	<u>PRONOSTICO REVISADO</u>	<u>% VARIACION</u>
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
<hr/>					
T O T A L					

1.2 UTILIZACION DE LOS PRONOSTICOS

El primer paso para diseñar un pronóstico de resultados es determinar el uso que se le dará.

A continuación se enlistarán algunos usos posibles por área funcional:

MERCADOTECNIA:

- Fijar el número de clientes que se quieren conseguir.
- Establecer las metas de ventas.
- Establecer el tamaño de la fuerza de ventas para lograrlas.
- Establecer la política de precios.
- Determinar el presupuesto de Publicidad y Promoción.
- Determinar el monto del presupuesto de Gastos Operativos y Capitalizables.
- Hacer un Plan de Mercadotecnia en donde se mencionen los programas a realizar, costo, recursos y fechas.
- Realizar investigaciones de mercado para identificar nuevos productos o beneficios que puedan desarrollarse así como el momento óptimo de su lanzamiento para asegurar el liderazgo, crecimiento y competitividad de la empresa.

FINANZAS:

- En base a la dimensión del negocio, estimar los recursos financieros que se requerirán para la operación.
- Evaluar diferentes alternativas de financiamiento a corto, mediano y largo plazos.
- Con todos los requerimientos y compromisos de los diferentes departamentos, evaluar las ganancias de toda la compañía.

PRODUCCION:

- Establecer un programa de producción para optimizar la utilización de la planta.
- Hacer un plan conjunto con proveedores para contar siempre con materia prima disponible.
- Planear y controlar el nivel de inventarios.
- Programar la renovación y adquisición de maquinaria así como la expansión del sistema de distribución.
- Planear la construcción de plantas nuevas.

SISTEMAS:

- Familiarizarse con los planes de la compañía para poder dar el apoyo requerido para implementarlos.
- Analizar la capacidad de equipo requerida para satisfacer las necesidades del negocio.

SERVICIOS ADMINISTRATIVOS:

- Asegurarse de que existan los materiales requeridos para la operación.
- Mantener un óptimo nivel de inventarios.
- Asegurarse de que exista un área de trabajo adecuada para cada actividad.

CONTROL DE CALIDAD:

- Asegurar un nivel de calidad en todos los productos, servicios y tiempos de entrega.

PERSONAL:

- Manejar y controlar el personal de la empresa.
- Realizar contrataciones de acuerdo a los conocimientos requeridos y el momento necesario.
- Mantener una política de sueldos y compensaciones.
- Desarrollar programas de capacitación y entrenamiento.

DIRECCION GENERAL:

- Guiar la visión y planeación de la compañía hacia el futuro.

1.3 PRONOSTICOS EN EL TIEMPO

1.3.1 QUE SE ENTIENDE COMO FUTURO

Cualquier pronóstico por definición esta referido a un tiempo futuro especifico, por lo tanto, uno de los primeros parámetros que hay que determinar en su elaboración es precisamente la longitud del tiempo.

Dependiendo de la longitud del periodo, la importancia de los factores a considerar varia relativamente; por ejemplo, si se desean pronosticar los resultados acumulados al final del año cuando ya han transcurrido seis meses, hay más posibilidades de realizar un pronóstico atinado ya que se cuenta con información reciente del comportamiento del mercado, de la competencia, de nuestro desempeño, de la inversión publicitaria, etc. En cambio, cuando se hace un pronóstico para un futuro mayor (más de tres años) los factores criticos incluirán también tendencias y cambios en los hábitos de consumo, poder adquisitivo, tecnología, nuevos competidores, productos sustitutos, nuevas legislaciones, etc.

1.3.2 CLASIFICACION DE LOS PRONOSTICOS DE ACUERDO AL PERIODO

Los pronósticos pueden clasificarse de acuerdo a la longitud del intervalo de tiempo. El grado de detalle y el nivel esperado de exactitud estarán en función de este intervalo.

Por ejemplo, un pronóstico a seis meses requerirá un nivel de detalle mayor en cuanto a desglose de actividades y soportará un menor grado de error que un pronóstico a cinco años, el cual solo podrá incluir una visión global del negocio y de los planes de la compañía.

Cada empresa puede dimensionar a su conveniencia el corto, mediano y largo plazos pero para efectos de esta Tesis se clasificarán de la siguiente forma:

PRONOSTICOS A CORTO PLAZO: Son los que se hacen a un año o menos y su propósito principal es dirigir y controlar las operaciones inmediatas. Generalmente son utilizados para fijar objetivos a corto plazo, controlar gastos, planear el financiamiento, y en el caso de no lograr el pronóstico consistentemente, identificar problemas.

PRONOSTICOS A MEDIANO PLAZO: Algunas veces es deseable tener pronósticos intermedios que traslapen los periodos cubiertos por los pronósticos a corto y largo plazos. Este enlace de pronósticos ayuda a mantener continuidad en las Proyecciones.

PRONOSTICOS A LARGO PLAZO: Estas proyecciones son principalmente de las tendencias fundamentales que afectan los resultados. Se utilizan como ayuda en la planeación a largo plazo, en la del equipo capitalizable, en la planeación del personal, en la capacidad instalada necesaria para crecer, en la previsión de infraestructura, etc.

El periodo de tiempo a pronosticar y la menor unidad de tiempo que se pronostica deberán estar muy relacionados. Generalmente, cuanto menor es el periodo, menor es también el intervalo. Por ejemplo, los pronósticos de gastos operativos es común hacerlos en bases mensuales o trimestrales.

Para pronósticos a mediano plazo es apropiado utilizar intervalos trimestrales o semestrales y para pronósticos a largo plazo los más comunes son los intervalos anuales.

1.3.3 SELECCION DEL PERIODO A PRONOSTICAR Y EL INTERVALO DE TIEMPO

La periodicidad con que se debe de hacer un pronóstico esta relacionada con el intervalo de tiempo y con el grado de detalle con que se quiere la información pronosticada. Para decidir lo anterior deben de tomarse en cuenta varios factores tales como:

- a) El propósito del pronóstico.
- b) La información requerida para la toma de decisiones.
- c) La exactitud que se requiere en el pronóstico.
- d) La disponibilidad de la información (mensual, diaria, anual, etc.).
- e) La cantidad de información y el tiempo que toma su preparación.

Ya que por ejemplo, es diferente el pronóstico que se debe hacer para evaluar la penetración de mercado de un producto ya existente que el que se debe de hacer para estimar los resultados del lanzamiento de un nuevo producto y en donde obviamente, los niveles de error tolerable son diferentes.

1.4 OTRAS CLASIFICACIONES DE LOS PRONOSTICOS

Además de diferenciar los pronósticos por la longitud del periodo a predecir también pueden clasificarse de acuerdo a:

- a) El ambiente económico y
- b) Los métodos utilizados.

1.4.1 SITUACION DEL AMBIENTE ECONOMICO

1.4.1.1 PRONOSTICO GLOBAL DE LOS NEGOCIOS

Cada empresa opera dentro de un ramo de la industria y cada industria dentro de la economía en general. En algunos casos para elaborar el pronóstico de la compañía se requieren conocer la tendencia global de los negocios, las condiciones económicas que prevalecerán durante el periodo a pronosticar y un pronóstico de la industria en general.

Por lo general, el comportamiento de una industria y las empresas que forman parte de ella, está "atado" a los movimientos de variables económicas tales como el Producto Interno Bruto, la tasa de desempleo, el presupuesto del gobierno, la inflación, la devaluación, las tasas de interés, las reservas monetarias, etc.; por lo tanto, para obtener un buen pronóstico de la empresa se deberá de tener inicialmente uno de las variables económicas que más afecten su comportamiento y resultados.

1.4.1.2 PRONOSTICO DE LA INDUSTRIA

El pronóstico de una industria es el estimado de la demanda total del producto que ofrece una determinada empresa. En muchos casos, la mejor forma de iniciar la elaboración de un pronóstico es estimar el volumen total de la industria y la participación de mercado esperada por la compañía. Sobre la cifra resultante deberán de hacerse ajustes dependiendo de las estrategias a seguir; por ejemplo, el lanzamiento de un nuevo producto, una modificación en los precios, mejora en los productos, ventajas, desventajas y oportunidades Vs. la competencia.

1.4.1.3 PRONOSTICO DE LA COMPAÑIA

Dado que este es el tópico principal de la Tesis, su discusión a detalle se hará posteriormente.

1.4.2 CLASIFICACION DE PRONOSTICOS SEGUN EL METODO UTILIZADO

Los pronósticos se clasifican en tres diferentes categorías según el método utilizado en su realización:

- Métodos objetivos y semi-objetivos
- Macro y micro pronósticos
- Sencillos y conjuntos

1.4.2.1 PRONOSTICOS OBJETIVOS Y SEMI-OBJETIVOS

Los pronósticos que se obtienen a través de técnicas matemáticas y estadísticas son llamados frecuentemente Objetivos, dado que los supuestos son definidos perfectamente y los datos son manipulados de acuerdo a una secuencia de operaciones estrictamente lógica.

Los pronósticos obtenidos mediante métodos numéricos son confiables, en el sentido de que dos diferentes personas llegarán al mismo resultado si utilizan la misma información y el mismo proceso matemático y si no existen fallas en el cálculo.

Con los métodos estadísticos se puede medir exactamente la relación que existe entre la variable estudiada y las variables relevantes de las que depende su comportamiento ya que la totalidad de los fenómenos reales muestran inestabilidad, la mayoría de los pronósticos conllevan un cierto grado de error. La estadística también hace posible medir esos errores potenciales y calcular un intervalo en el cual los resultados reales se moverán.

Los pronósticos semi-objetivos son aquellos que son solo resultado de la experiencia y criterio del pronosticador; se les llama semi-objetivos porque es difícil reproducir o describir el proceso total utilizado en su realización. Dado que cada pronosticador tiene una única combinación de criterio, experiencia, optimismo, etc., diferentes personas obtendrán diferentes pronósticos partiendo de similar información.

Ambas técnicas de pronóstico son útiles y la decisión de cuál es la óptima a utilizar dependerá de la información con la que se cuente. En muchos casos, la información objetiva no está disponible y/o el comportamiento histórico no es la única variable que influye en el desarrollo del futuro. Cuando se toman en cuenta tales "factores intangibles", generalmente el pronóstico tendrá tanto características Objetivas como Semi-Objetivas.

1.4.2.2 METODOS MACRO Y MICRO PRONOSTICOS

Un pronóstico puede realizarse empezando por un estimado global y disgregándolo por marca, región, departamento, etc; o puede realizarse acumulando pronósticos parciales e individuales (por marca, región, departamento, etc.) y así llegar a un pronóstico total de la compañía; o por alguna combinación de estos dos procesos.

Los Macro pronósticos generalmente empiezan con un pronóstico del total de la industria, de ahí se hace el estimado del total de la compañía, posteriormente se particiona por departamento, territorio, periodo de tiempo, producto, etc.

Este método se enfoca más al total que a los componentes. El peligro de este método es en casos específicos tal como la existencia de una competencia regional intensa, a la cual probablemente no se le dé la importancia requerida; por otro lado, tiene como ventaja la precisión, ya que la varianza a nivel global es mucho menor que la de los componentes.

Alternativamente, los Micro pronósticos generalmente empiezan con un estudio específico para cada producto, territorio, área, etc.. Los pronósticos realizados por los gerentes de Marca o el encargado de cada departamento se combinan para así obtener una visión global de la compañía.

La desventaja de los Micro pronósticos es que cada departamento puede dar demasiada importancia a los problemas locales o propios, perdiendo de vista las tendencias globales. Por otra parte, como estos pronósticos son realizados por personas directamente involucradas en el área, que además conocen las condiciones especiales que los afectan, no pasarán estas consideraciones desapercibidas como tal vez pasaría si solo se observa la visión general de la compañía.

1.4.2.3 METODOS SENCILLOS Y CONJUNTOS

Como cada método para pronosticar tiene sus ventajas y desventajas, generalmente se emplea más de una técnica para obtener el pronóstico final. Frecuentemente se utiliza una combinación de Macro y Micro pronósticos con el objeto de verificar los resultados.

Por ejemplo, si en una compañía el pronóstico final es decisión de un grupo formado por ejecutivos de varios departamentos (técnica semi-objetiva); y si la Gerencia de Planeación prepara estimados basándose en diferentes técnicas cuantitativas para poner a consideración varias alternativas, entonces el método es conjunto.

1.5 EXACTITUD EN LOS PRONOSTICOS

La precisión es un factor muy importante en la elaboración de un pronóstico. Aunque el grado de exactitud requerido varíe de una empresa a otra, se pueden hacer algunas observaciones generales acerca de este concepto.

El grado de exactitud está relacionado inherentemente con la estabilidad de los datos utilizados como base para el pronóstico. Cuando el comportamiento de una variable ha sido errático debido a la influencia de situaciones impredecibles se deberá esperar un nivel bajo de exactitud al pronosticar; por ejemplo, en este caso, un 10% de variación contra lo real pudiera ser aceptable, mientras que cuando el patrón de comportamiento ha sido estable durante varios años, no debería ser difícil pronosticar el futuro con 1 ó 2% de diferencia contra los datos reales.

La exactitud del pronóstico también dependerá de la longitud del periodo y el nivel de detalle requerido. Según sea mayor el periodo a pronosticar menor es la utilidad de la información histórica y mayor el grado de error. El grado de error es mayor cuando se necesita mayor detalle en el pronóstico. Cuando se manejan únicamente grandes totales los errores en las diferentes componentes tienden a compensarse. Por esta razón, pronósticos para el total son generalmente más acertados que los pronósticos para un producto, territorio, etc.

El pronóstico del comportamiento de nuevos productos es mucho más complicado que el de uno ya establecido, ya que no se tiene información histórica que pueda utilizarse como guía, ni experiencia disponible. Una de las técnicas para pronosticar el comportamiento de nuevos productos es relacionarlos con el desempeño inicial de un producto semejante establecido. Aquí la suposición es que el nuevo producto pertenece a la misma familia del producto existente y se espera que su comportamiento y crecimiento sea similar, obviamente, el grado de error dependerá de la similitud entre los dos productos.

Por último, es importante notar que la exactitud de un pronóstico dependerá en gran medida de la exactitud de las suposiciones utilizadas como base para realizarlo; por lo tanto, es importante hacer diferentes pronósticos bajo distintos escenarios y métodos y así poder ofrecer mayor variedad de información a las personas que tomen las decisiones.

Un ejemplo de los diferentes escenarios que se pudieron haber preparado para pronosticar 1989 hubieran sido:

- Continuar con altos índices de inflación y fuerte devaluación
- Cambio de condiciones económicas (control de inflación y devaluación)
- Control de cambios

Teniendo ya los pronósticos podría hacerse un pronóstico final ponderando cada uno por la probabilidad de ocurrencia del escenario. También se recomienda conservar los detalles de cada pronóstico para estar conscientes de como cambiarían los resultados de la compañía si sucediera cualquiera de estos escenarios.

Se debe de tomar en cuenta que la precisión en los pronósticos aumentará con la experiencia del pronosticador. A medida que se familiarice y sensibilice con las variables relevantes actuales y descubra otras nuevas, el grado de error disminuirá.

El análisis de las diferencias entre los datos reales y los pronosticados podrá servir para modificar los pronósticos futuros y así obtener mayor exactitud. Por ejemplo, si la experiencia muestra que los resultados reales tienden a estar aproximadamente 10% arriba del nivel del pronóstico, entonces este sesgo constante puede ser usado para incrementar los pronósticos de los siguientes periodos. Cuando se utilizan métodos estadísticos para pronosticar, la exactitud es estimada calculando rangos de error cuyo tamaño varía dependiendo del nivel de estabilidad de los datos en el pasado y del grado de riesgo que se quiera asumir.

CAPITULO II

LINEAMIENTOS DEL PROCESO DE PRONOSTICAR

Independientemente de que cada compañía tiene diferentes organizaciones, recursos, programas de mercadotecnia o disponibilidad de información, hay ciertos principios generales que pueden aplicarse en la preparación de un pronóstico. Similarmente, diferentes aplicaciones de recursos organizacionales (dinero, tiempo y talento) a la tarea de pronosticar afectarán el grado de sofisticación y profundidad del análisis; aunque el propósito general es obtener un pronóstico que ayude a los ejecutivos a la mejor toma de decisiones.

Los lineamientos presentados a continuación son una secuencia que debería de seguir el departamento de planeación de cualquier empresa, dándole mayor énfasis a los pasos de mayor importancia para la empresa en particular. La secuencia está de tal forma que se puedan evaluar las técnicas descritas posteriormente.

2.1 PROPOSITO DEL PRONOSTICO

En toma de decisiones, en planeación, en investigación de mercados, el proceso a seguir para resolver un problema empieza siempre por la definición de los objetivos que quieren alcanzarse. De igual forma, en la metodología de los pronósticos se debe de empezar por considerar el propósito para el cual se utilizará, es decir, que decisión se tomará en base al pronóstico. Dependiendo de la respuesta, se establecerá el grado de importancia que se dará a cada uno de los siguientes pasos. El propósito del pronóstico influirá en factores como el intervalo, el nivel de detalle requerido, la información a utilizarse y la selección de la técnica.

2.2 PRONOSTICO DEL ENTORNO ECONOMICO

Es conveniente para cualquier compañía tener un pronóstico de las condiciones generales de la economía, ya sea desarrollando uno propio o utilizando uno preparado por alguna organización financiera, gubernamental, industrial u otras (por ejemplo Warthon).

2.3 PRONOSTICO GLOBAL DE LA INDUSTRIA

Un pronóstico del total de la industria es muy útil cuando la información histórica esta disponible y es de buena calidad, así se podrán establecer algunas relaciones entre los resultados de la industria y los indicadores económicos que le afectan.

Para identificar alguna relación, uno de los procedimientos útiles es graficar ambas series de datos; si se encuentra alguna, se pueden hacer cálculos estadísticos para definir con mayor precisión la naturaleza y la magnitud de la relación. Una vez estimados los resultados de la industria, debe de establecerse la participación de mercado que la compañía quiera y piense poder alcanzar, (esta dependerá de las tendencias de la compañía y los planes futuros del departamento de Mercadotecnia). Esto se logra mediante juntas con el grupo ejecutivo para ponerse de acuerdo en que expectativas pueden alcanzarse en base a las tendencias históricas y los esfuerzos planeados por el departamento de Mercadotecnia.

2.4 PRONOSTICO PARA CADA LINEA DE PRODUCTOS

Este es el punto principal en el proceso de pronosticar y se puede segmentar en diferentes etapas intermedias para una mejor comprensión:

1) DIVIDIR LOS PRODUCTOS DE LA COMPAÑIA EN GRUPOS HOMOGENEOS

Esto significa agrupar los productos que son similares, por ejemplo, en cuanto a su utilidad, beneficios y comercialización, o de acuerdo a las características especiales del producto involucrado, de tal forma que los esfuerzos del departamento de Mercadotecnia se puedan enfocar a los diferentes grupos de productos.

2) DETERMINAR LOS FACTORES QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE CADA GRUPO Y SU IMPORTANCIA

Este paso es de gran importancia y dificultad ya que consiste en identificar las variables críticas y la medición de su relación con las ventas del producto; de esto dependerá en gran medida la exactitud del pronóstico.

3) SELECCIONAR EL MEJOR METODO DE PRONOSTICAR

De acuerdo a las necesidades, a la información disponible, al tiempo, al dinero y a los recursos, es importante decidir cuál es el mejor método, ya que debe de obtenerse un equilibrio entre el grado de precisión, la rapidez y la utilidad del pronóstico. Tal vez un pronóstico general a tiempo es de mayor utilidad que uno detallado y preciso pero demasiado tarde. Con la ayuda de las computadoras se simplifican mucho los cálculos, dejándole tiempo al pronosticador de analizar el problema original y decidir cuál es el método más apropiado para cumplir con las necesidades de información de los que tomarán la decisión; al mismo tiempo podrá tener una amplia comunicación con ellos para asegurar un buen entendimiento e interpretación del método utilizado y las conclusiones obtenidas.

4) OBTENCION DE LA INFORMACION

La decisión de escoger un método estadístico dependerá en gran medida de la información disponible tanto interna como externamente. Es factible encontrar inconsistencias en la información obtenida de diferentes fuentes. Si es este el caso, se tendrá que evaluar cuál de ellas cuenta con mayor seriedad, credibilidad y reputación.

5) ANALISIS DE LOS DATOS

El análisis es la interpretación de los números y esto involucra la prueba de diferentes hipótesis acerca de la relación existente entre variables. Una hipótesis es una proposición acerca de la relación entre dos o más variables planteada de tal forma que puede ser aceptada o rechazada. Antes de hacer el análisis, algunas veces es necesario modificar, transformar o expresar de otra forma los datos de manera más útil, un ejemplo de esto puede ser el cálculo de índices.

6) VERIFICAR DEDUCCIONES RESULTANTES DEL ANALISIS

Frecuentemente, el análisis consiste en establecer relaciones entre los resultados obtenidos y el tiempo u otras variables que los afecten o impulsen. Siempre se utilizan datos pasados aun cuando las decisiones basadas en el análisis serán sobre el futuro. Es importante evaluar y cuestionar las tendencias de crecimiento y las relaciones obtenidas. Por ejemplo, si un producto ha crecido a una tasa incremental es conveniente preguntar ¿puede esperarse que esta tasa de crecimiento continúe

indefinidamente?. Si se utilizan dos o más métodos de pronóstico es conveniente comparar las diferentes proyecciones y establecer si las diferencias pueden ser lógicamente conciliadas.

A este paso no debe dársele gran importancia para no perder el objetivo original, más sin embargo, es conveniente estar seguros de que los resultados son consistentes y correctos.

7) HACER SUPOSICIONES DEL EFECTO QUE PUEDAN TENER FACTORES QUE NO PUEDEN INTEGRARSE FORMALMENTE AL PRONOSTICO

No todos los factores que afectan los resultados pueden incluirse formalmente en el análisis pero aún así, deben de tomarse en cuenta en el pronóstico. Dentro de estos factores pueden nombrarse por ejemplo, nuevos programas de Mercadotecnia, huelgas, disturbios sociales, etc. que claramente afectarán los resultados de una empresa pero que son difíciles o imposibles de cuantificar. De cualquier forma en que se considere la posible influencia de estos factores, mejor será el pronóstico.

8) CONVERSION DE LA INFORMACION EN UN PRONOSTICO FINAL

Los datos utilizados, los supuestos establecidos, los trabajos previos, etc. deberán formar un documento final que se convertirá en la referencia base en todas las actividades de planeación de la compañía.

Antes de la aprobación final, el pronóstico deberá ser revisado por todas las personas que estuvieron involucradas en proporcionar la información; si existiera alguna modificación de último momento se deberá integrar una nueva versión y ajustar todos los planes afectados. El pronosticador deberá guardar una bitácora de los cambios. Esta bitácora ayudará a prevenir la repetición de errores pasados mostrando qué pasos han probado éxito en resolver dificultades imprevistas.

2.5 UTILIZACION DEL PRONOSTICO PARA LA OPERACION DE LA COMPAÑIA

El pronóstico final debe de ser la guía principal de cada departamento para desarrollar sus planes de acción; para esto, hay que asegurar que todas las personas afectadas tengan conocimiento de él mediante una comunicación clara y concisa incluyendo tal vez gráficas y tablas para una mejor comprensión.

El pronosticador deberá conocer cómo los diferentes usuarios utilizan el pronóstico para asegurar que no están malinterpretando la información.

Al mantener un estrecho contacto con los usuarios se aprenderán factores especiales que ayuden a proporcionar pronósticos más acordes a sus necesidades en ocasiones posteriores.

2.6 REVISION DEL DESEMPEÑO DE LA REALIDAD

Es importante hacer comparaciones entre los datos reales y los pronosticados analizando la exactitud y las causas de las discrepancias de forma que se mejoren las técnicas y procedimientos para futuras ocasiones.

Al ir actualizando la información real y ajustando en el pronóstico los cambios en las condiciones, se pueden modificar atinadamente los planes de acción, de financiamiento, etc. para adecuarse al nuevo escenario.

CAPITULO III

PRONOSTICO DE LAS CONDICIONES ECONOMICAS Y DE LA INDUSTRIA

Las condiciones económicas generales afectan a unas empresas más que a otras, dependiendo del producto o servicio ofrecido. Las industrias del acero, automóviles y bienes de consumo duradero se ven mayormente influenciadas por los movimientos en los principales indicadores económicos.

Las ventas de compañías que comercializan productos cuyo precio no representa un alto porcentaje del ingreso familiar (por ejemplo refrescos), solo se ven disminuidas en el caso de una recesión importante.

Obviamente, la importancia de tener un pronóstico de la economía en general dependerá de la relación que exista entre esta y los resultados de la compañía.

El pronóstico de las tendencias de la industria se desarrolla internamente en las compañías. Los datos base se toman de asociaciones, publicaciones especializadas tanto gubernamentales como privadas y agencias de investigación de mercados.

En general, no es conveniente dedicar mucho tiempo y esfuerzo a la realización de un pronóstico económico, ya que la información publicada tanto por el gobierno como por las cámaras de industria y comercio o alguna otra institución dedicada a hacer pronósticos y estudios sobre la situación económica, es suficiente para cubrir este requerimiento.

Los ejecutivos de la empresa deberán estar familiarizados con los principales métodos utilizados en el elaboración de pronósticos económicos y de la industria; también deberán conocer las ventajas y "trucos" de cada método para tener la posibilidad de evaluarlos. En este capítulo se darán algunos puntos de como evaluar métodos concentrándose en su estructura y el criterio con el cual deberán ser calificados.

Para las industrias que son particularmente sensibles a las fluctuaciones económicas, los pronósticos de las condiciones económicas se convierten en un factor muy importante para decidir el momento apropiado para la implementación de sus programas de Mercadotecnia. Bajo este contexto, el concepto económico de elasticidad de la demanda con respecto al ingreso es relevante. Esta elasticidad es una medida del cambio en la demanda de una industria o empresa determinada, dado un cambio en el total de la demanda. Por ejemplo, la venta de artículos lujosos o por impulso tiene una mayor elasticidad, es decir, varían fuertemente de acuerdo a las

fluctuaciones del total de la demanda (ingreso). En cambio, los alimentos básicos o productos de uso común tienen baja elasticidad, estos no varían fuertemente de acuerdo a los cambios en el ingreso. Estimando la elasticidad de un producto en particular, es posible cuantificar la influencia que los cambios económicos tienen en los resultados de la compañía.

3.1 PRINCIPALES METODOS PARA PRONOSTICAR EL COMPORTAMIENTO DE LA ECONOMIA Y LA INDUSTRIA

La economía puede definirse como un sistema complejo de partes interrelacionadas. Un modelo en particular definirá las variables más importantes y sus interrelaciones. Los modelos econométricos pueden utilizarse para predecir el resultado total de algún cambio en cualquiera de los factores de la economía.

A continuación se mostrarán cuatro métodos para pronosticar las condiciones económicas y de la industria:

- 1) Series de Indicadores
- 2) Investigaciones de Mercados
- 3) Análisis del Sector Económico
- 4) Modelos Económicos

3.1.1 SERIES DE INDICADORES

Por largo tiempo, los economistas han estudiado gran cantidad de series de indicadores económicos; identificando así series que van adelante de los cambios del total de la economía, series que van retrasadas y series que coinciden con estos cambios. Análisis de estas series, en especial de las que van adelante, son usadas para predecir los puntos de inflexión del ciclo del negocio.

Algunas veces se utilizan "índices de dispersión" que son combinaciones de diferentes series; la razón de combinar series es la compensación de los errores individuales de tal forma que las tendencias generales queden mejor identificadas.

El estudio de las series-guía ha tenido éxito en la identificación de los puntos clave del ciclo económico, pero no así en la predicción del nivel global de la economía. Estos problemas se deben principalmente a que no en todas las series es igual el tiempo entre un punto crítico de la serie y el punto crítico de la economía; además para una serie en particular la diferencia de tiempos de un ciclo a otro hace difícil la interpretación de los datos.

Por último, el gobierno también observa estas series de indicadores económicos y al identificar problemas implementa acciones para evitarlos, por lo tanto ya no suceden los cambios tal como se habían pronosticado.

3.1.2 INVESTIGACIONES DE MERCADOS

Algunas veces los pronósticos de las condiciones económicas se basan en encuestas aplicadas a vendedores, compradores, hombres de negocios y consumidores. Las encuestas son utilizadas también por el gobierno para reunir estadísticas que forman parte de la base de datos empleada para la realización de pronósticos por diferentes métodos.

Algunas veces las encuestas son la única forma de obtener cierto tipo de información tal como planes de inversión de capital o intención de compra de los consumidores de un cierto producto, etc. También sirven para medir las opiniones y actitudes con respecto a la situación económica imperante al preguntar por ejemplo si los precios subirán, etc. Todas estas creencias deberán llevar a una predicción, por ejemplo, si un gran número de compradores creen que los precios subirán drásticamente en los próximos tres meses, adelantarán las compras de los artículos que pensaban hacer en ese tiempo, esto presiona a los productores de materia prima, proveedores, productores, etc. y puede llevar a un incremento de precios. Entonces las suposiciones y las acciones basadas en estas son las causantes de que suceda lo que se había predicho.

Por tanto, las encuestas de opinión acerca de las expectativas del futuro deberán de interpretarse cuidadosamente, ya que la gente no siempre hace lo que dice; además estas opiniones se basan en creencias o rumores que no se sabe qué tan ciertos son.

Por último, la gente siempre puede cambiar de opinión según incrementa su información. En el análisis final, la validez de este método es una cuestión empírica y sus usuarios potenciales deberán examinar el desempeño de sus predicciones pasadas con el objeto de obtener un "promedio de bateo".

3.1.3 ANALISIS POR SECTORES DE LA ECONOMIA

Uno de los métodos más comunes de pronosticar el Producto Interno Bruto (total de producción de bienes y servicios del país) es elaborarlo basándose en los pronósticos de los diferentes sectores de la economía.

Generalmente, existe información disponible en el ramo de la construcción, bienes duraderos, inventarios, gasto del gobierno, utilidades de las empresas, etc. Se debe de utilizar un método para pronosticar cada sector (el más adecuado) y al conjuntar todos estos se podría obtener un pronóstico general, tanto del Producto Interno Bruto como del ingreso per-cápita, desempleo, etc.

Aquellas compañías cuyas ventas están más relacionadas con los componentes individuales del P.I.B. que con los del total, pueden basar sus pronósticos solamente en las secciones con las cuales están más relacionadas.

El análisis por sector generalmente requiere gran cantidad de trabajo y necesita gran volumen de datos que son difíciles de obtener, sin embargo, como cada sector es interdependiente los estimados deberán reconciliarse para tener consistencia.

Aunque algunas empresas importantes utilizan este tipo de pronóstico, la mayoría confía en los trabajos publicados por especialistas en el área.

3.1.4 MODELOS ECONOMICOS

El análisis econométrico se podría definir como un procedimiento para simular una situación económica de una forma entendible, esquemática y obviamente matemática; esto se logra mediante un conjunto de ecuaciones simultáneas.

En un sistema interrelacionado, es posible saber como influyen los cambios de una parte en otras y en el total. Si un modelo se aproxima al comportamiento de la economía real, entonces se convierte en una excelente herramienta de pronóstico. También podría utilizarse en simulaciones, es decir, en medir los efectos de cambios en las suposiciones o en el valor de las variables.

3.2 RECOMENDACIONES PARA LA SELECCION DE UN PRONOSTICO

- Usar diferentes pronósticos que han sido utilizados y evaluados anteriormente.
- Reconocer que pueden suceder eventos de índole político o impredecibles que un pronosticador no podría esperar. Como consecuencia el usuario debe estructurar el pronóstico de tal forma que pueda ser modificado rápidamente y tantas veces sea necesario.

- Desconfiar de un pronóstico si el autor incluye una gran cantidad de criterios personales en su elaboración. En particular debe de tenerse cuidado de los autores sensacionalistas o que creen tener una habilidad superior o ser demasiado inteligentes y poseer un don especial.
- Al seleccionar un pronóstico es conveniente analizar la confianza explícita que el autor muestre en sus propias predicciones.

CAPITULO IV

METODOS DE PRONOSTICO SEMI-OBJETIVOS

4.1 INTRODUCCION

El criterio en el mundo de los negocios siempre ha sido respetable porque representa las reflexiones e intuiciones de los expertos. Este respeto se incrementa proporcionalmente al éxito que tengan. Con la creciente aplicación de métodos cuantitativos en los negocios, el criterio ha perdido importancia pero continúa siendo de fundamental utilidad.

A continuación se dá una definición de criterio:

"Criterio consiste en una operación mental, irreproducible, no-duplicable que involucra la comparación y discriminación entre innumerables variables. Es un proceso de intuición más que de investigación o que un método científico. Es un proceso personal que no se toma de otra persona. El criterio está influenciado por todas las preferencias conocidas y desconocidas de un individuo. Frecuentemente se considera como criterio las opiniones no pensadas". (1)

4.2 EL ROL DEL CRITERIO EN LA ELABORACION DE UN PRONOSTICO

El criterio juega un papel indispensable al pronosticar independientemente de lo sofisticado del método empleado. El criterio es muy importante para evaluar los siguientes puntos clave de decisión:

- El costo del procedimiento de pronóstico a seleccionar contra las ganancias obtenibles dada una mayor exactitud.
- Que métodos de pronosticar deben de usarse tomando en cuenta las necesidades y recursos de la compañía.
- Conciliar los diferentes y a veces contradictorios puntos de vista de los ejecutivos que pueden influir en el pronóstico.

(1) R.G. Murdick & A.E. Schaefer "Sales Forecasting For Higher Profits And Lower Costs" (1967 Prentice-Hall).

- Decidir que datos deberán de considerarse para desarrollar el pronóstico y la importancia de las diferentes variables.
- Evaluación del pronóstico final en términos de sus posibles errores y las consecuencias que pueden acarrear.

El mundo real es mucho más complejo que cualquier modelo abstracto que pueda utilizarse para pronosticar. Se requiere una cierta habilidad para seleccionar los métodos estadísticos y analizar las variables y sus interacciones. En resumen, un criterio adecuado debe de asignar la debida importancia a los factores cualitativos y cuantitativos relevantes.

4.3 COMO APLICAR EL CRITERIO ADECUADAMENTE

La calidad de los juicios al hacer un pronóstico depende de la habilidad del autor. El pronosticador puede mejorar su habilidad en los juicios de varias formas, como teniendo él mismo su propia evaluación de las condiciones del negocio en general y de la industria afectada en particular, familiarizándose a conciencia con los recursos, capacidad, objetivos y planes de la compañía, considerando los planes competitivos reales, los planeados y los potenciales.

Cuando se va a preparar un pronóstico se debe de organizar tanto la información como el criterio en un proceso sistemático que debe caracterizarse por lo siguiente:

"La evaluación a conciencia de los datos y la selección de los principales factores ayudarán al autor a formular su pronóstico. Por ejemplo, puede empezarse con los datos del año anterior como base y ajustarlos intuitivamente para reflejar de esta forma cambios en las condiciones del negocio. Después tomar en cuenta la tendencia de la industria - ¿Está la industria expandiéndose más rápidamente (o menos) que la economía? -. Después ajustar los resultados de acuerdo a los planes de Mercadotecnia de la compañía. Este proceso de conexión debe ser interactivo. Además de las actividades propias de la compañía, el pronosticador deberá de tomar en cuenta dentro de sus estimados las actividades de sus competidores. ¿Es el mercado tan relativamente limitado que las actividades de la competencia pueden frenar el crecimiento de la compañía? o ¿Es un mercado nuevo de rápido crecimiento y expansión de tal manera que las ventas solo estarán limitadas principalmente por los esfuerzos de la compañía?.

Un último ajuste deberá de ser hecho integrando el efecto de eventos no recurrentes y factores intangibles, los cuales son resultado básicamente de la intuición" (1)

La intuición puede verificarse de varias formas muy simples, una de las mejores es que el pronosticador se olvide completamente de sus hojas de trabajo y cálculos y hacer mentalmente un pronóstico general sin considerar los detalles. Si los estimados de ambos métodos son coincidentes o cercanos, él podrá asegurar que ha aplicado los juicios correctos.

Otra forma es revisar el pronóstico con alguna otra persona involucrada competente.

4.4 FUENTES DE INFORMACION PARA LOS METODOS SEMI-OBJETIVOS

Se considerará como pronósticos Semi-Objetivos a aquellos obtenidos principalmente mediante el criterio del pronosticador, sin embargo, esto no quiere decir que no se utilice alguna información base.

Generalmente o existe información disponible o puede generarse y entonces analizarse, pero cuando estas actividades se realizan sin seguir un procedimiento científico adecuado la expresión "Pronóstico Semi-Objetivo" captura la esencia de este método: la combinación de datos y análisis objetivos y juicios subjetivos para obtener un resultado final.

Como se dijo anteriormente, todos los pronósticos incluyen un componente de juicio, sin embargo, la designación Semi-Objetivo se restringe para aquellos métodos en donde el juicio predomina.

Existen muchas fuentes de información subjetiva disponibles para el pronosticador como son:

- Opiniones de gente involucrada en el negocio. La información que se obtiene de juntas, convenciones, seminarios, asociaciones industriales, etc.. En muchos casos esta información no está por escrito; se recomienda anotarla lo más pronto posible ya que es de utilidad.

(1) R.G. Murdick & A.E. Schaefer "Sales Forecasting For Higher Profits And Lower Costs" (1967 Prentice-Hall).

- Revistas de comercio, artículos, editoriales publicados en periódicos, etc. teniendo cuidado en su aceptación, de acuerdo a la credibilidad y prestigio de la publicación.
- Información histórica de la compañía, el estudio de tendencias, sucesos especiales, errores, problemas, etc.. La combinación de esto con opiniones ya formadas acerca de las tendencias futuras de la compañía provee generalmente un buen marco de conocimientos al pronosticador.

4.5 METODOS DE PRONOSTICO SEMI-OBJETIVOS

4.5.1 PRONOSTICOS ELABORADOS POR UNA SOLA PERSONA

Los pronósticos realizados de acuerdo al criterio de una sola persona han desaparecido en la mayoría de las compañías. Generalmente varias personas están involucradas en el proceso aún cuando la responsabilidad final recae oficialmente en solo una.

Las ventajas del pronóstico basado en una sola persona son el bajo costo, la facilidad y rapidez en la preparación y una clara asignación de la responsabilidad; para esto, debe de seleccionarse a una persona talentosa que tenga exactitud e intuición en sus pronósticos. Por otra parte, la falta de una investigación sistemática adecuada puede llevar a excluir hechos o relaciones importantes entre variables.

Usualmente a través de este método se obtienen estimados de los totales, esto sucede aún más en compañías que tienen diferentes productos ya que es difícil que una sola persona este familiarizada con cada producto y las variables que le afectan.

En la práctica es muy común que el autor proteja su pronóstico con muchas condiciones que hacen difícil evaluar su validez. Este método puede ser útil para periodos cortos, pero no es recomendable para periodos mayores a un año.

4.5.2 PRONOSTICOS BASADOS EN EL JUICIO DE UN GRUPO DE EJECUTIVOS

Este método se puede implementar de diferentes formas:

- El pronóstico lo elaboran el Presidente o Gerente General, su línea de ejecutivos y en algunos casos personal a nivel staff.
- Los Gerentes de Marca elaboran los pronósticos de sus productos que son revisados por el Gerente de Mercadotecnia y después por la Gerencia General.

- Los gerentes de Mercadotecnia y producción u operaciones preparan conjuntamente un pronóstico que es revisado posteriormente por la Vicepresidencia y Gerencia General.

A continuación se presenta cada una de estas variaciones con mayor detalle:

PRONOSTICO DEL GRUPO EJECUTIVO: El propósito de este método es involucrar en el proceso a todas las cabezas operativas de los departamentos y llegar a un pronóstico aceptado por todos los ejecutivos que lo adoptarán. Una forma de hacerlo es ir desarrollando un pronóstico a partir de una serie de juntas y reuniones a las cuáles asisten todas las cabezas de los diferentes departamentos. En éstas se puede discutir y poner de acuerdo sobre cualquier razonamiento de los estimados, supuestos, etc.. Se decide también la posición global oficial a tomarse en base a las tendencias de la industria y las condiciones económicas. Una variación de este método es pedir a las cabezas de departamento un pronóstico por escrito el cual deberá enviarse a la Gerencia General para ser revisado y discutido individualmente; una vez hecho esto el Gerente General podrá hacer el pronóstico final (su propio pronóstico); o simplemente ponderará cada pronóstico según la exactitud mostrada anteriormente por cada ejecutivo involucrado.

PRONOSTICO DEL GERENTE DE MARCA: Las compañías que utilizan Gerentes de Marca generalmente hacen a estos responsables de los pronósticos de sus productos, ya que están involucrados en casi todas las fases de la operación y sus juicios podrían dar pronósticos precisos hasta un año adelante. Al combinar estos pronósticos las fluctuaciones aleatorias tienden a cancelarse. También aquí debe de tomarse en cuenta el record pasado de cada Gerente. El pronóstico final total deberá de ser suficientemente preciso ya que representa la conjunción de las opiniones del experto en cada producto.

PRONOSTICO COMBINADO DEL GERENTE DE MARCA Y PRODUCCION: En algunas compañías la responsabilidad de preparar los pronósticos es conjunta entre los encargados de los departamentos de Mercadotecnia y Producción u Operaciones de forma que unos verifican los resultados de los otros. Este método es particularmente ventajoso cuando la fase de producción u operación es de vital importancia, así el optimismo del departamento de Mercadotecnia se balancea de

acuerdo a la realidad del departamento de Producción u Operación sobre todo cuando se afectan los costos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ELABORAR PRONOSTICOS BASADOS EN EL JUICIO DE UN GRUPO DE EJECUTIVOS

Cuando se utiliza cualquier método basado en el juicio de un grupo ejecutivo, los pronósticos pueden ser preparados rápidamente ya que no se requieren necesariamente una investigación extensa ni análisis estadísticos complejos. Las discusiones abiertas permiten una variedad de experiencias y puntos de vista especializados para ser integrados en el pronóstico; además con estas discusiones se pueden lograr clarificaciones y conciliaciones entre los diferentes supuestos y perspectivas.

El criterio del grupo ejecutivo tal vez sea la única forma de obtener pronósticos de nuevos productos o programas de Mercadotecnia radicalmente diferentes a los tradicionales. Cuando los Gerentes de Marca tienen un papel importante, estos deben de proveer pronósticos muy atinados inclusive a nivel detallado.

Finalmente los ejecutivos que forman parte del comité obtendrán un mayor entendimiento del pronóstico y se sentirán más responsables y comprometidos a alcanzar las metas que ellos mismos establecieron de alguna forma.

El método también tiene ciertas desventajas. Se basa principalmente en opiniones más que en investigaciones, hechos reales y/o análisis objetivos. Las opiniones por más que se promedien o ponderen son conjeturas. Los métodos grupales toman tiempo valioso de los ejecutivos y como estos tienen otras responsabilidades importantes probablemente no le den el tiempo y dedicación necesaria para realizarlo lo mejor posible. Excepto en el caso de los pronósticos de los Gerentes de Marca, el método grupal no proporciona el detalle de los diferentes productos. Cuando se necesitan pronósticos detallados para controlar tanto las operaciones como las inconsistencias este método no es muy útil.

Por último, este método tiene la desventaja de que la responsabilidad del pronóstico tiende a dispersarse en vez de ser asignada a una sola persona, lo cual origina problemas en el cumplimiento de las fechas comprometidas así como también en la identificación de errores.

4.5.3 PRONOSTICOS BASADOS EN EL JUICIO DE LA FUERZA DE VENTAS

Aquí se utiliza la suposición de que el vendedor es la persona que mejor conoce el mercado por la experiencia diaria, porque está enterado de los cambios en la competencia, del ambiente del mercado, etc. y por esto sería el más indicado para elaborar un pronóstico.

Un procedimiento común es proveer al vendedor con una forma estandard solicitando que haga su pronóstico por producto y por territorio. El Gerente Regional de Ventas revisará posteriormente los pronósticos individualmente con cada vendedor y/o supervisor y hará los ajustes necesarios para realizar uno consolidado de toda la región. Estos pronósticos regionales se envían al Gerente de Ventas que revisa y consolida los de todas las regiones para obtener el pronóstico global.

Este método supone que al ser varios pronósticos individuales, las desviaciones optimistas y pesimistas tienden a desaparecer al combinarse para obtener el gran total. Esta puede ser una suposición arriesgada ya que frecuentemente la fuerza de ventas es afectada por periodos de alto o bajo optimismo y puede ser que el pronóstico se elabore con una desviación general no fácilmente identificable.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ELABORAR PRONOSTICOS BASADOS EN EL JUICIO DE LA FUERZA DE VENTAS

Las ventajas atribuibles a este método son:

- El vendedor es la persona que está en el campo, por lo tanto frecuentemente tiene información y puntos de vista que no se obtienen en la oficina.
- La responsabilidad de la precisión recae en las personas encargadas de producir las ventas.
- El pronóstico final es mutuamente aceptado por todos los responsables. Al involucrar a todos los niveles operativos se incrementan la posibilidad de aceptación y el compromiso por lograr las metas.
- La fuerza de ventas se involucra en el proceso de planeación de la compañía y tiene más confianza en las cuotas que se les asignan en base a sus propios pronósticos.

- Pueden descubrirse desviaciones optimistas o pesimistas y corregirse.
- En algunos casos especiales es posible obtener mayor exactitud con este método que con cualquier otro.
- Ya que el pronosticador es el mismo vendedor se puede obtener el nivel de detalle requerido.

Por otra parte, este método también tiene las siguientes desventajas:

- Generalmente los vendedores son malos estimadores, ya que no tienen ni el temperamento ni el tiempo para hacer análisis imparciales, además sus desviaciones no son probablemente consistentes pues tienden a enfatizar demasiado las altas y bajas temporales del mercado.
- Si la Fuerza de Ventas no está informada de los planes a largo plazo de la compañía, no pueden estar capacitados para hacer pronósticos precisos.
- Si las cuotas y bonos se basan en sus propios pronósticos, los vendedores tenderán a subestimar sus ventas; por el contrario, si la asignación del presupuesto de Publicidad y Promoción depende del pronóstico tenderán a sobreestimar sus ventas.
- Los vendedores no tienen el tiempo necesario para desarrollar un pronóstico adecuado, así como la línea de ejecutivos, también tienen responsabilidades importantes.
- El costo del pronóstico puede ser alto si se toma en cuenta el tiempo invertido por la Fuerza de Ventas y el número de personas involucradas.
- El pronóstico puede retrasarse si algún vendedor no entrega a tiempo, además como tiene que pasar por varios niveles de aprobación puede requerir demasiado tiempo su terminación.

Haciendo a un lado estas deficiencias, existen varias formas efectivas de mejorar la exactitud de éste método, entre ellas:

- Proporcionar a los vendedores datos históricos y sus pronósticos anteriores para que analicen y aprendan y así no repetir los errores pasados.
- Proveer al vendedor con una visión global del negocio para el período a pronosticar de forma que todos basen sus pronósticos en las mismas suposiciones.

- Promover que el gerente regional discuta y revise los pronósticos con cada uno de sus vendedores tomando en consideración el desempeño pasado del vendedor actuando como pronosticador.
- Circular entre la Fuerza de Ventas la información real y el pronóstico, de forma que se de cuenta de que tan atinado fue su pronóstico y así mejore sus próximas estimaciones.
- Relacionar el presupuesto de Publicidad y Promoción al pronóstico, así no subestimarán las tendencias y pronosticarán más imparcialmente las ventas.

CAPITULO V

PRONOSTICO DE TENDENCIAS UTILIZANDO SERIES DE TIEMPO

Una serie de tiempo es una sucesión de observaciones consistentes sobre periodos de tiempo consecutivos. Este tipo de series se encuentra frecuentemente en información relativa a negocios y al gobierno y son por ejemplo las ventas, índices de inflación, tipo de cambio, P.I.B., etc.

Este capítulo se centra en el Análisis de Series de Tiempo como herramienta para medir y predecir tendencias. Este método se basa en la teoría estadística siendo muy flexible y fácil de utilizar especialmente si se cuenta con una computadora, aún así, con una calculadora de escritorio una línea de tendencia puede ser ajustada y pronosticada en un corto tiempo.

El análisis de una serie de tiempo describe y estudia el comportamiento de una variable a través del tiempo; cuando se entienden correctamente los fenómenos que han influenciado en el comportamiento de la serie, es posible hacer pronósticos acertados bajo la suposición de que los factores que han afectado el comportamiento de la serie en el pasado se seguirán manteniendo durante el periodo futuro que se va a pronosticar. Dado que esta suposición es generalmente aplicable al menos como un primer paso, el análisis de series de tiempo es utilizado por un gran número de compañías en la elaboración de sus pronósticos.

El principal supuesto de las series de tiempo es que los datos pueden descomponerse en cuatro diferentes factores:

- 1) Tendencia (T): Esto es el movimiento a largo plazo o patrón de crecimiento de la serie. Este crecimiento o decrecimiento de una serie se mide ignorando las fluctuaciones a corto plazo con el objeto de obtener un movimiento general para el periodo de estudio.
- 2) Efectos cíclicos (C): Estas son las fluctuaciones ocurridas en un periodo aproximado de entre tres y diez años y generalmente no siguen un patrón regular, esto se refiere principalmente a los periodos de prosperidad y recesión que caracterizan el ciclo de cualquier negocio.
- 3) Estacionalidad (S): Son las fluctuaciones en periodos cortos (generalmente teniendo un ciclo anual) las cuáles se caracterizan por un patrón regular de recurrencia. Estas fluctuaciones son causadas comúnmente por fenómenos periodicos como: temporadas de vacaciones, Navidad, clima, etc.

La principal diferencia entre los efectos cíclicos y la estacionalidad es que estos últimos pueden predecirse y suceden a un intervalo de tiempo fijo de la última ocurrencia, mientras que los efectos cíclicos son impredecibles.

- 4) Factor Irregular (I): Fluctuaciones de los datos que por definición no exhiben un patrón sistemático, esta componente representa las fluctuaciones residuales después de haber eliminado el efecto de las otras tres componentes de la serie.

Otro supuesto del Análisis de las Series de Tiempo es que estos cuatro factores están relacionados en forma multiplicativa es decir, si Y es la serie original:

$$Y = T \times C \times S \times I$$

Cuando se utiliza el Análisis de Series de Tiempo para pronosticar, la serie de datos es desagregada de tal forma que cada factor puede ser analizado y proyectado separadamente. Entonces todos los factores se vuelven a recombinar para obtener una proyección total.

En la práctica solo los factores tendencia y estacionalidad están sujetos a un estudio intensivo. El factor irregular es por definición impredecible y el análisis de los ciclos no ha proporcionado patrones completamente regulares aún cuando se pueden identificar los puntos críticos del ciclo del negocio.

En muchos casos con el análisis de los factores tendencia y estacionalidad se han obtenido pronósticos aceptables, además aislando el efecto de estos dos factores de los datos originales, los factores cíclico e irregular quedan expuestos de tal forma que también pueden analizarse. Al hacer esto se conseguirá un mejor entendimiento de los datos y a partir del descubrimiento de otros factores se podrán estructurar modelos de pronóstico más complejos.

El desarrollo de las Series de Tiempo se puede dividir en tres partes:

- 1) Ajustar una curva de tendencia a largo plazo
- 2) Medir la variación estacional
- 3) Analizar los residuales (Factores cíclico e irregular)

A continuación se verán las técnicas para ajustar curvas de tendencia y proyectarlas al menos un año adelante.

5.1 RAZONES PARA MEDIR LA TENDENCIA

El primer paso en el análisis de Series de Tiempo es medir la tendencia y esto sirve para diferentes propósitos:

- 1) Como el análisis de la tendencia involucra factores que influyen a largo plazo e ignora las fluctuaciones a corto plazo, puede ayudar a resolver preguntas tales como:
 - ¿Ha mantenido la compañía su tasa de crecimiento en los últimos años, o ha disminuido?.
 - ¿Han mantenido productos específicos consistencia en su crecimiento con respecto al crecimiento de la industria?.
- 2) El objetivo de medir la tendencia es poder proyectarla, esto es extrapolando la tendencia de los datos pasados se obtiene un pronóstico el cual se interpretaría de la siguiente forma: Si las condiciones pasadas continúan y el nivel de inversión en Mercadotecnia y Publicidad se mantiene proporcionalmente, este sería el nivel de ventas que podría esperarse en 199X, etc.

Este tipo de proyecciones pueden ayudar en preguntas como:

- ¿La tasa actual de crecimiento satisface los objetivos de la compañía?.
- Si no, ¿cuál es la diferencia?.
- ¿Qué debe hacer la compañía para cerrar esta diferencia?.

Por una parte, la tendencia pronosticada indica el crecimiento potencial basado en el obtenido hasta la fecha; por otra, puede ser una indicación de que deberán incrementarse los esfuerzos de Mercadotecnia si se quieren sobrepasar los resultados pasados. Generalmente un pronóstico no se basa únicamente extrapolando las tendencias, sino que deben de considerarse por ejemplo los planes de Mercadotecnia, la demanda y oferta del producto, la competencia, etc.

- 3) Una vez medida la tendencia a largo plazo puede aislarse de los datos para dejar expuestos los efectos de las fluctuaciones a corto plazo y los ciclos. Aislar el efecto de la tendencia es dividir los datos originales entre los valores calculados de la tendencia.

Quando los resultados se grafican, estos fluctuarán cerca de una línea horizontal.

Las fluctuaciones son el resultado de los factores estacionales, cíclicos e irregulares. (De igual forma se puede aislar el efecto de la estacionalidad, entonces, las fluctuaciones serán causadas solamente por los factores cíclicos e irregular).

En notación matemática remover el efecto de la tendencia es:

$$\frac{T \times S \times C \times I}{T} = S \times C \times I$$

y similarmente, para remover el efecto de la estacionalidad es:

$$\frac{T \times S \times C \times I}{T \times S} = C \times I$$

5.2 PASOS PRELIMINARES PARA TRABAJAR CON LOS DATOS

5.2.1 GRAFICACION DE LOS DATOS

Antes de intentar ajustar una curva de tendencia, la serie de datos debería de ser graficada. Esto podría facilitar:

- Las comparaciones entre varias Series de Tiempo.
- La decisión del número de años que se van a utilizar.
- La detección de eventos atípicos que ameriten mayor investigación.
- La selección de las ecuaciones estadísticas apropiadas para el ajuste de una línea de tendencia.
- La visualización de la semejanza entre los datos reales y la curva.

Las Series de Tiempo siempre se grafican contra el tiempo (eje X) y los datos estudiados en el eje vertical (Y), y los dos tipos de escala que generalmente se usan son:

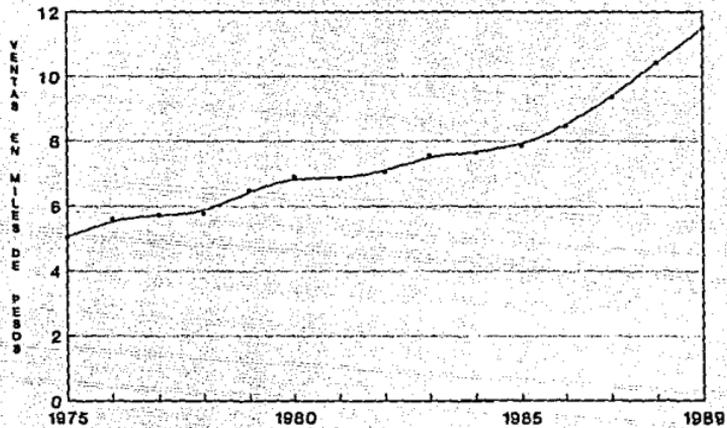
ESCALA ARITMETICA: Cuando la distancia del origen a un punto cualquiera del eje Y equivale al monto de la variable.

ESCALA LOGARITMICA: Cuando las distancias en el eje Y representan porcentajes o proporciones.

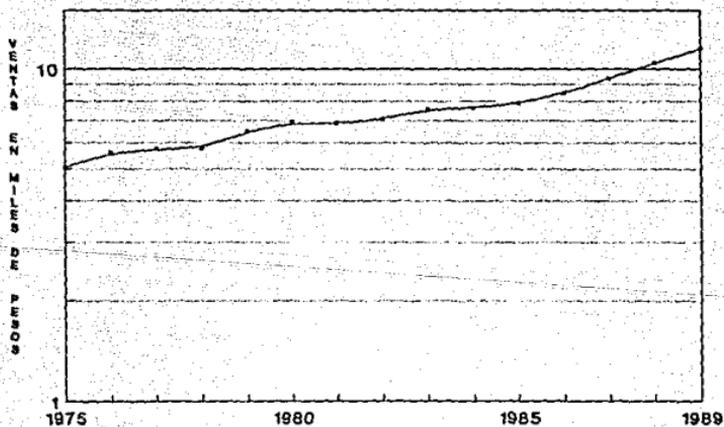
Estas escalas se refieren únicamente al eje Y ya que el tiempo casi siempre se grafica en una escala aritmética sobre el eje horizontal X. Gráfica 5.1.

GRAFICA 5.1

ESCALA ARITMETICA



ESCALA LOGARITMICA

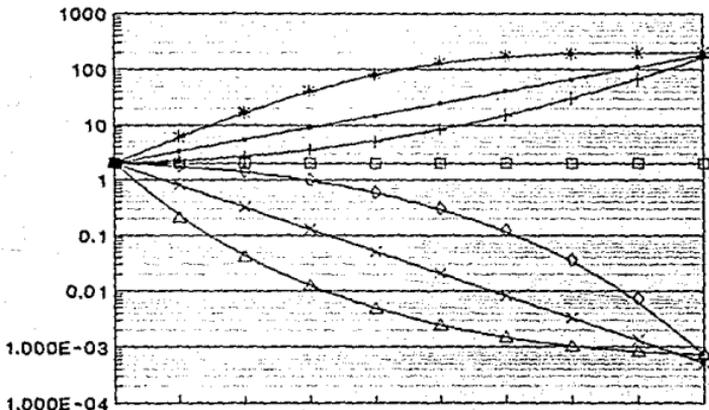


La escala logarítmica es muy útil particularmente en los análisis de tendencia ya que simplifican la comparación de dos o más series de datos cuando las magnitudes de los datos son muy diferentes, por ejemplo, en una sola gráfica se pueden comparar las ventas de una ciudad específica con las del total del país. Ya que la pendiente de la tendencia para un porcentaje de incremento o decremento dado será la misma independientemente de la magnitud de los números, es muy fácil comparar la tasa de crecimiento de dos o más series simplemente observando la figura de las curvas.

Con la escala aritmética, una línea recta representa el mismo monto de incremento (o decremento) por cada periodo de tiempo. Esta línea no es recta cuando se utiliza la escala logarítmica dado que un monto constante de cambio representa una disminución en la tasa de cambio. Por ejemplo si se tienen ventas de 1,000 y un incremento de 100, este representa 10%, sin embargo si las ventas son 2,000 un incremento de 100 representa únicamente 5%.

En la Gráfica 5.2 se muestran curvas con tasas de crecimiento creciente, decreciente y constante elaboradas con una escala logarítmica.

GRAFICA 5.2
DIFERENTES CURVAS DEPENDIENDO DE LA
TASA DE CRECIMIENTO



Dado que las gráficas son una herramienta analítica sumamente útil, es importante seguir algunos estándares en la preparación. Debe de hacerse una descripción completa de los datos, ciudad o región comprendidas, fuentes de información y unidades utilizadas, deben de identificarse las escalas y si se ajustan los datos hay que mencionar las razones y los métodos utilizados.

También es útil mencionar sucesos especiales que afectaron el comportamiento y explicar brevemente las causas de fluctuaciones significativas si es que estas se conocen.

Al graficar los datos originales y las proyecciones en la misma gráfica es más fácil visualizar que tanto la curva estimada se ajusta a los datos originales.

5.2.2 DATOS ORIGINALES Y AJUSTADOS

Raramente los datos se encuentran disponibles de tal forma en que se puedan analizar fácilmente, entonces se necesitan definir algunos puntos antes de preparar un pronóstico.

- En que unidades será más útil y significativo el pronóstico; i.e. deberá de hacerse en pesos, dólares, en cientos, miles o millones, en unidades o en cajas, etc. Generalmente la utilización de una unidad estándar hace posible la comparación y/o combinación de diferentes pronósticos.
- Las tendencias de cada producto que ofrece la compañía pueden ser diferentes, por lo tanto, deberá de analizarse cada serie por separado. La gráfica mostrará rápidamente cuales series presentan patrones similares de crecimiento y cuáles son diferentes. En caso de productos que sean de la misma compañía pero que se promocionan, publicitan y distribuyen individualmente, deberán de ser estudiados por separado.
- Cuando los datos que se estan analizando se expresan en dinero, es recomendable deflacionar los datos utilizando el correspondiente indice de inflación acumulado. El que pronostica debe de interesarse por el movimiento real del producto a través del tiempo, sobre todo en países donde el valor real del dinero cambia drásticamente a través del tiempo y puede ocultar el verdadero comportamiento de la variable.
Por ejemplo, supongamos que el volumen de ventas de un producto ha permanecido estable durante cinco años y los precios se han incrementado un 6% anual. Entonces el monto en dinero se ha incrementado debido a la inflación y no a las ventas.

Las series deflactadas se expresan en pesos constantes o en pesos en base a un cierto año, donde la base se considera cien por-ciento.

Para deflactar una serie, se divide el valor actual del dinero entre el índice de inflación acumulado desde la fecha base.

Por ejemplo si en 1985 el índice de inflación acumulado fue 160.61% tomando como base el año 1983 y las ventas fueron de 30 millones de pesos, entonces las ventas en pesos constantes (1983 = 100) son únicamente 11.56 millones:

$$30/160.61 \times 100 = 11.56$$

Así puede tomarse cualquier año como base y deflacionar todas las cantidades de acuerdo al índice que le corresponde.

- Cuando se analizan las tendencias deben de ajustarse los datos de forma en que se elimine la influencia de eventos atípicos como huelgas, caídas del sistema, eventos especiales no recurrentes como olimpiada, mundiales, etc. y esto puede hacerse sustituyendo el dato real por uno que sea razonable, observando la gráfica y considerando la misma tendencia y el factor estacional correspondiente.
- La información que proviene de fuentes externas, tales como gobierno o estadísticas de una industria, frecuentemente esta sujeta a cambio en la definición, medida y técnicas de recolección. Este problema debe de tomarse en cuenta al preparar un pronóstico para evitar suposiciones erróneas que puedan influenciarlo. Lo mejor es trabajar con datos consistentes no importando que estén disponibles únicamente para algunos años.

5.2.3 SELECCION DEL NUMERO DE AÑOS

Una decisión importante al ajustar una curva de tendencia a una serie de datos es el número de años de información que se utilizará.

Aunque no hay ninguna restricción al respecto, generalmente cuanto mayor sea el periodo, menor influencia tendrán los episodios cortos al proyectar la curva de tendencia.

Si la tendencia natural del negocio o de la compañía es cambiada drásticamente por el lanzamiento de un nuevo producto, nueva imagen, cambio en el precio, etc. se recomienda segmentar la serie en dos partes, una antes del evento y otra después.

Es muy importante la curva ajustada a los datos posteriores al evento, si será la base para elaborar el pronóstico, es deseable también que cada segmento de la serie incluya las mismas fases del ciclo del negocio.

Obviamente si una serie empieza en un periodo de recesión y termina durante un periodo de prosperidad, la tasa de crecimiento (la pendiente de la línea de tendencia) será exagerada, igualmente si sucede lo contrario, la tasa de crecimiento será subestimada.

5.2.4 SELECCION DE LA CURVA DE AJUSTE

El análisis de la tendencia involucra encontrar la curva de tendencia que mejor se adapte a los datos. Existen varias curvas disponibles que tienen propiedades de estabilidad, crecimiento o decrecimiento, etc.

En gran medida la decisión de seleccionar una curva depende del propósito para el que se va a usar. Si varias curvas se ajustan suficientemente bien a los datos pasados, entonces es muy importante reconocer la naturaleza de la curva y seleccionar aquella que asimile más realísticamente las condiciones futuras.

Tres ecuaciones diferentes pueden arrojar resultados similares en proyecciones a un año y resultados completamente diferentes para cinco o diez años, así, si la curva de tendencia va a ser utilizada para pronosticar, deberá de proveer tanto una visión racional de las tendencias futuras como ajustarse a los datos pasados.

5.3 AJUSTE DE UNA CURVA DE TENDENCIA UTILIZANDO EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

El método más común para ajustar curvas de tendencia a una serie de datos es el de Minimos Cuadrados que tiene las siguientes propiedades:

- 1) La suma de las desviaciones hacia arriba y abajo de la curva es cero.
- 2) La suma de las desviaciones hacia arriba y abajo de la curva elevadas al cuadrado es un mínimo.

Estas propiedades significan que la curva pasa a través de la media de los datos, es decir, que la distancia de la curva a los puntos que están arriba es igual a la de los puntos que están abajo. Además, cuando estas distancias se elevan al cuadrado y se suman, se obtiene el número más pequeño posible para cualquier curva del mismo tipo.

5.4 TIPO DE CURVAS

En este capítulo expondremos la aplicación de cuatro curvas comúnmente utilizadas para ajustarse y proyectar una serie de datos. Estas cubren las situaciones reales más normales. Estas curvas y sus características son:

<u>TIPO DE CURVA</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>TASA DE CAMBIO</u>
1) Línea recta aritmética (primer grado)		Decreciente
2) Parábola (segundo grado)		Creciente
3) Línea recta logarítmica		Constante
4) Exponencial modificada		Cambiante

Para el análisis de las curvas se utilizará la siguiente notación:

X	=	Unidad de tiempo (año, mes, etc.)
Y	=	La serie de tiempo original
Y'	=	La curva de tendencia ajustada
a, b, c, ...	=	Constantes en las ecuaciones
N	=	Número de datos puntuales (año, mes, etc.)
Σ	=	Sumatoria de ...

1) LINEA RECTA ARITMETICA

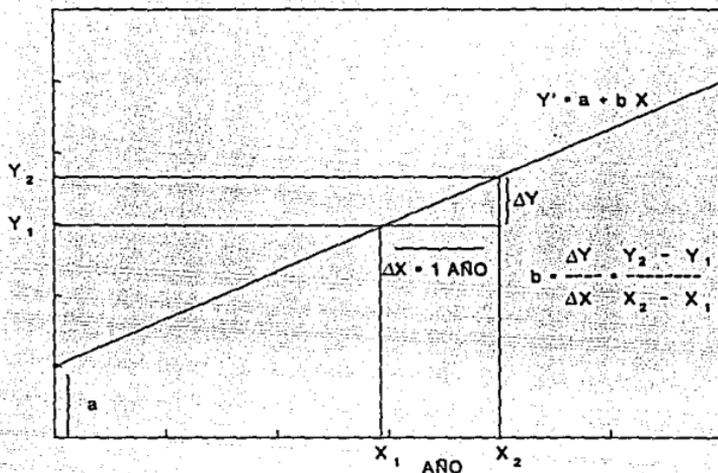
Este tipo de curva (Gráfica 5.3) tiene la propiedad de mostrar incrementos constantes por unidad de tiempo. Algebraicamente la recta se caracteriza por la ecuación:

$$Y' = a + bX \quad (1)$$

Donde:

- Y' es el valor de la tendencia para un valor X determinado.
- a es la ordenada al origen, es decir, el valor de Y' cuando X es cero.
- b es la pendiente de la recta, o sea es el cambio en Y' por una unidad de cambio en X.

GRAFICA 5.3
LINEA RECTA ARITMETICA



AJUSTE DE UNA RECTA A UNA SERIE DE DATOS

Para ajustar cualquier tipo de curva a una serie de datos es necesario resolver un sistema de ecuaciones normales. Al resolver este sistema de ecuaciones se obtendrán los valores de los parámetros (coeficientes) de dicha curva (cada tipo de curva tiene su correspondiente sistema de ecuaciones normales).

La ecuación de la recta $Y' = a + bX$ tiene dos constantes: a y b ; entonces hay que resolver dos ecuaciones normales simultáneas. Una vez obtenidos estos valores se puede calcular cualquier punto a lo largo de la línea Y' únicamente sustituyendo el valor apropiado de X en la ecuación (1).

Las ecuaciones a resolver para el caso de la línea son:

$$\begin{aligned} \text{I} \quad & \Sigma Y = Na + b \Sigma X \\ \text{II} \quad & \Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \end{aligned}$$

Para simplificar la resolución de estas ecuaciones es recomendable sustituir los valores reales de X por una serie de números consecutivos tal que $\Sigma X = 0$. Entonces si $\Sigma X = 0$ las ecuaciones I y II quedan como sigue:

$$\begin{aligned} \text{I a} \quad \Sigma Y &= Na \\ \text{II a} \quad \Sigma XY &= b \Sigma X^2 \end{aligned}$$

de donde:

$$a = \frac{\Sigma Y}{N} \quad \text{y} \quad b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

Dos métodos sencillos para transformar valores originales de X en una serie tal que $\Sigma X = 0$ son los siguientes:

- a) Si el número de observaciones es impar:
Se asigna $X = 0$ al año medio de la serie. Para los años posteriores al año medio, X se incrementa positivamente en uno. Por el contrario, para los años anteriores, X se decrementa en uno.
Por ejemplo, si se tiene una serie para los años 1984, 1985, 1986, 1987 y 1988 los valores de X serán -2, -1, 0, 1, 2, respectivamente.
- b) Si el número de observaciones es par:
Se asignan los valores $X = 1$ y $X = -1$ a los dos años centrales de la serie.
Para los años posteriores X se incrementa positivamente en dos unidades. Por el contrario, para los años anteriores X se decrementa en dos.
Por ejemplo, si se tiene una serie para los años 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988 los valores de X serán -5, -3, -1, 1, 3, 5, respectivamente.

Para encontrar a y b es necesario calcular los valores de N , ΣY , ΣX^2 y ΣXY . La Tabla 5.1 muestra una típica hoja de trabajo donde aparecen estos cálculos. Los datos utilizados son ventas reales de un cierto producto expresadas en unidades.

TABLA 5.1

CALCULO DE LA CURVA DE TENDENCIA - LINEA RECTA ARITMETICA
(NUMERO IMPAR DE AÑOS)
VENTAS EN MILES DE UNIDADES: 1975 - 1989

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
AÑO	Y	X	X ²	XY	Y'	Y/Y'
1975	5,040	-7	49	(35,280)	4,746	6.20%
1976	5,607	-6	36	(33,642)	5,137	9.16%
1977	5,733	-5	25	(28,665)	5,528	3.72%
1978	5,760	-4	16	(23,040)	5,918	-2.68%
1979	6,480	-3	9	(19,440)	6,309	2.71%
1980	6,894	-2	4	(13,788)	6,700	2.89%
1981	6,840	-1	1	(6,840)	7,091	-3.54%
1982	7,056	0	0	0	7,482	-5.69%
1983	7,560	1	1	7,560	7,873	-3.97%
1984	7,650	2	4	15,300	8,264	-7.43%
1985	7,866	3	9	23,598	8,655	-9.11%
1986	8,460	4	16	33,840	9,046	-6.47%
1987	9,360	5	25	46,800	9,436	-0.81%
1988	10,422	6	36	62,532	9,827	6.05%
1989	11,502	7	49	80,514	10,218	12.56%
$\Sigma Y = 112,230$		$\Sigma X^2 = 280$		$\Sigma XY = 109,449$		

Para calcular a y b:

N = número de años = 15

$$a = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{112,230}{15} = 7,482$$

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} = \frac{109,449}{280} = 391$$

Sustituyendo los valores de a y b en (1) se obtiene la siguiente ecuación de tendencia:

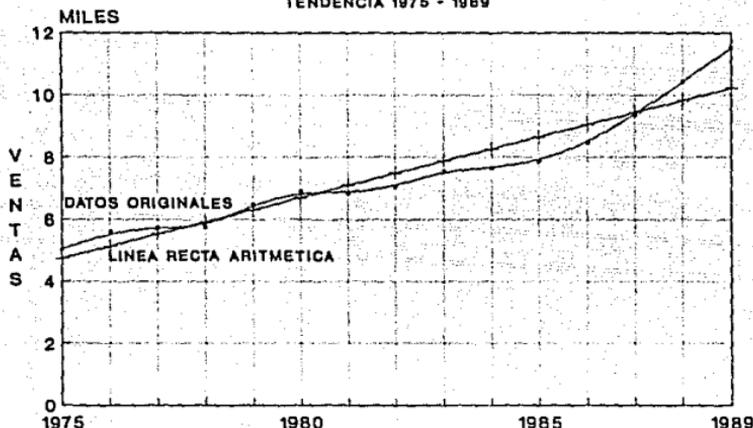
$$Y' = 7,482 + 391 X$$

Esta ecuación servirá para estimar el valor de Y' dado el valor apropiado de X (columna Y'). Adicionalmente, en la columna Y/Y' se muestra la desviación en porcentaje entre

los datos reales y los valores de tendencia, lo cuál nos podría ayudar a identificar patrones de estacionalidad y/o cíclicos.

Para ver que tan bien la curva de tendencia se ajusta a los datos, se recomienda graficar las dos series (Gráfica 5.4).

GRAFICA 5.4
DATOS ORIGINALES Y
LINEA RECTA ARITMETICA AJUSTADA
TENDENCIA 1975 - 1989



2) PARABOLA

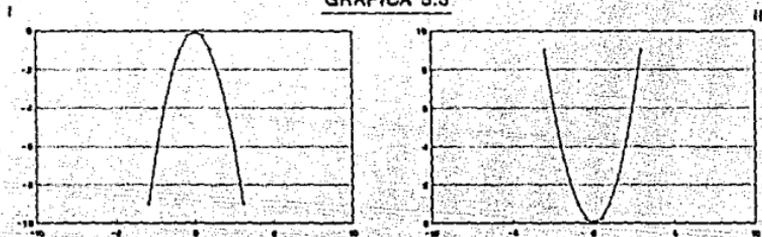
Las parábolas son curvas como las mostradas en la Gráfica 5.5 que dependiendo del valor de las constantes en la ecuación pueden apuntar hacia arriba o hacia abajo (Cuadros I y II).

En la práctica solo una porción de la curva sirve para ajustarse a los datos, ya que de esta forma se podría obtener desde una línea virtualmente recta hasta una curva muy pronunciada (Cuadros III y IV).

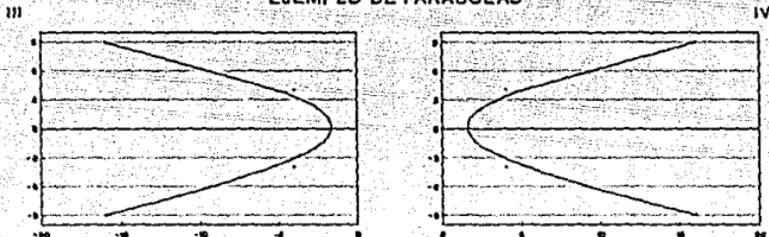
Una cualidad inherente de la parábola es su pendiente creciente, lo cuál tal vez podría representar mejor el comportamiento de los datos pasados que una línea recta. Sin

embargo su curvatura puede ser peligrosa para pronosticar el futuro, a menos que exista una justificación importante para hacerlo.

GRAFICA 5.5



EJEMPLO DE PARABOLAS



La ecuación de la parábola es la siguiente:

$$Y^2 = a + bX + cX^2$$

Como se puede observar, esta ecuación contiene los términos a y bX utilizados en la ecuación de la recta. El tercer término tiene a X elevada al cuadrado o a la segunda potencia, por lo cual a la parábola también se le conoce como un polinomio de segundo grado.

AJUSTE DE UNA PARABOLA A UNA SERIE DE DATOS

Dado que la ecuación de la parábola tiene tres coeficientes, es necesario resolver un sistema de tres ecuaciones normales simultáneas:

$$\begin{aligned} \text{I} \quad \quad \quad \Sigma Y &= Na + b \Sigma X + c \Sigma X^2 \\ \text{II} \quad \quad \quad \Sigma XY &= a \Sigma X + b \Sigma X^2 + c \Sigma X^3 \\ \text{III} \quad \quad \quad \Sigma X^2 Y &= a \Sigma X^2 + b \Sigma X^3 + c \Sigma X^4 \end{aligned}$$

Si se toman valores de X tales que el origen de la parábola sea la mitad de la serie, entonces tanto la ΣX como la ΣX^2 se igualarán a cero y por lo tanto las ecuaciones originales quedarán como sigue:

$$Ia \quad \Sigma Y = Na + c \Sigma X^2$$

$$IIa \quad \Sigma XY = b \Sigma X^2$$

$$IIIa \quad \Sigma X^2 Y = a \Sigma X^2 + c \Sigma X^4$$

Así b se podrá obtener directamente de la ecuación IIa, y los valores de a y c se encontrarán resolviendo simultáneamente las ecuaciones Ia y IIIa.

En la Tabla 5.2 se encuentran todos los cálculos necesarios para ajustar una parábola a una serie de datos. Los datos utilizados son los mismos que aparecen en la Tabla 5.1 columna Y.

TABLA 5.2

CALCULO DE LA CURVA DE TENDENCIA - PARABOLA
VENTAS EN MILES DE UNIDADES

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
AÑO	X	X ²	X ⁴	Y	XY	X ² Y	Y'	Y/Y'
1975	-7	49	2,401	5,040	(35,280)	246,960	5,475	-7.95%
1976	-6	36	1,296	5,607	(33,642)	201,852	5,553	0.97%
1977	-5	25	625	5,733	(28,665)	143,325	5,680	0.94%
1978	-4	16	256	5,760	(23,040)	92,160	5,854	-1.61%
1979	-3	9	81	6,480	(19,440)	58,320	6,077	6.63%
1980	-2	4	16	6,894	(13,788)	27,576	6,348	8.61%
1981	-1	1	1	6,840	(6,840)	6,840	6,666	2.60%
1982	0	0	0	7,056	0	0	7,033	0.32%
1983	1	1	1	7,560	7,560	7,560	7,448	1.50%
1984	2	4	16	7,650	15,300	30,600	7,911	-3.30%
1985	3	9	81	7,866	23,598	70,794	8,422	-6.60%
1986	4	16	256	8,460	33,840	135,360	8,981	-5.81%
1987	5	25	625	9,360	46,800	234,000	9,589	-2.39%
1988	6	36	1,296	10,422	62,532	375,192	10,244	1.74%
1989	7	49	2,401	11,502	80,514	563,598	10,947	5.07%
TOTAL		280	9,352	112,230	109,449	2,194,137		

Para obtener el valor de b:

De la ecuación IIa:

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X'} = \frac{109,449}{280} = 391$$

Para obtener los valores de a y c, se resuelven las ecuaciones Ia y IIIa simultáneamente:

$$Ia \quad \Sigma Y = Na + c \Sigma X' = 112,230 = 15a + 280c$$

$$IIIa \quad \Sigma X^2 Y = a \Sigma X^2 + c \Sigma X' = 2,194,137 = 280a + 9,352c$$

La solución es obtenida por el método de eliminación: multiplicando la ecuación Ia por 56 y la ecuación IIIa por 3 se obtienen un nuevo par de ecuaciones en las cuales los coeficientes de a son iguales:

$$Ib \quad 6,284,880 = 840 a + 15,680 c$$

$$IIIb \quad 6,582,411 = 840 a + 28,056 c$$

Sustrayendo IIIb de Ib:

$$- 297,531 = - 12,376 c$$

de donde:

$$c = 24.04$$

sustituyendo el valor de c en la ecuación Ia:

$$112,230 = 15 a + 280 (24.04)$$

$$112,230 - 6,731.47 = 15 a$$

$$\frac{105,498.53}{15} = a$$

$$7,033.24 = a$$

Por lo tanto la ecuación de la parábola es:

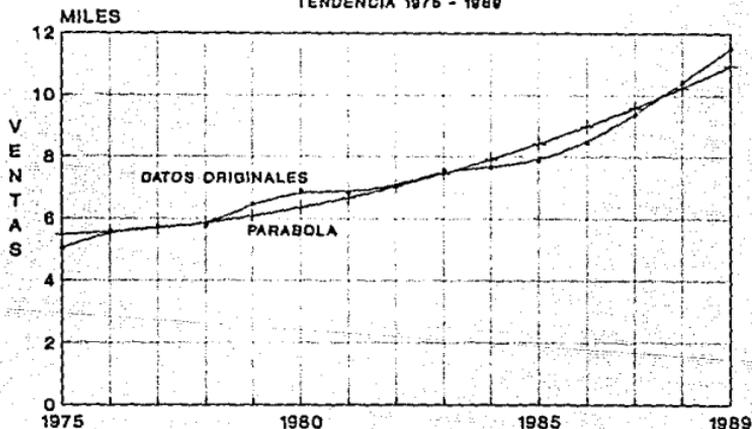
$$Y' = 7,033.24 + 391 X + 24.04 X^2$$

Esta ecuación se interpreta como sigue:

El valor de la tendencia de ventas en 1982 es de 7,033 unidades, las ventas se han incrementado a una tasa de 391 unidades por año, y esta tasa fue cambiando 24.04 veces el cuadrado del número de años a partir de 1982. En otras palabras, el coeficiente b es una medida de la tasa de cambio de Y' , en donde c mide la tasa de cambio de la pendiente b ; esto es, mide el grado de curvatura de la parábola.

Para ver que tan bien la curva de tendencia se ajusta a los datos, se recomienda graficar las dos series (Gráfica 5.6).

GRAFICA 5.6
DATOS ORIGINALES Y
PARABOLA AJUSTADA
TENDENCIA 1975 - 1989



3) RECTA LOGARITMICA

Dependiendo del objetivo del pronóstico algunas veces es más importante pronosticar la tasa de crecimiento que el monto de cambio. Una tasa constante de crecimiento podría involucrar montos de cambio crecientes, por el contrario, incrementos de monto constante podrían reflejar una tasa de crecimiento decreciente. Para evitar confusiones con las diferentes magnitudes que se pudieran llegar a manejar y así enfocarse solamente en las tasas de crecimiento, se recomienda graficar los datos en una escala logarítmica (Ver página 34 de este capítulo). En este tipo de escala una tasa constante de crecimiento se representa con una línea recta, conocida como recta logarítmica, exponencial o de interés compuesto.

Esta línea es caracterizada por la siguiente ecuación general:

$$Y' = ab^X$$

cuando esta ecuación es convertida a logaritmos se obtiene:

$$\log Y' = \log a + X \log b$$

La similitud entre esta ecuación y la de una recta es evidente. Dado que los valores están expresados en logaritmos la curva es conocida como recta logarítmica.

La constante a es la intercepción o el valor de Y' cuando $X = 0$; y b es la pendiente o tasa promedio de cambio por periodo.

(NOTA: Aquellos lectores que deseen repasar sus conocimientos acerca de los logaritmos deberán de referirse al apéndice A de esta Tesis antes de pasar a la siguiente sección).

AJUSTE DE UNA RECTA LOGARITMICA A UNA SERIE DE DATOS

Las ecuaciones normales para ajustar una recta logarítmica a una serie de datos, tales que $\sum X = 0$ son:

$$I \quad \sum \log Y = N \log a$$

$$II \quad \sum X \log Y = \log b \sum X^2$$

Despejando se tiene:

$$\log a = \frac{\sum \log Y}{N} \quad \text{y} \quad \log b = \frac{\sum X \log Y}{\sum X^2}$$

Nótese que la forma de las ecuaciones es la misma que para la línea recta aritmética excepto que Y y Y' están expresadas en logaritmos.

En la Tabla 5.3 se encuentran todos los cálculos necesarios para ajustar una recta logarítmica a una serie de datos. Los datos utilizados son los mismos que aparecen en la Tabla 5.1 columna Y .

TABLA 5.3

CALCULO DE LA CURVA DE TENDENCIA - RECTA LOGARITMICA
VENTAS EN MILES DE UNIDADES: 1975 - 1989

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
AÑO	Y	log Y	X	X log Y	X ²	log Y'	Y'	Y/Y'
1975	5,040	3.70	-7	-25.92	49	3.71	5,088	-0.94%
1976	5,607	3.75	-6	-22.49	36	3.73	5,356	4.69%
1977	5,733	3.76	-5	-18.79	25	3.75	5,638	1.68%
1978	5,760	3.76	-4	-15.04	16	3.77	5,935	-2.95%
1979	6,480	3.81	-3	-11.43	9	3.80	6,248	3.71%
1980	6,894	3.84	-2	-7.68	4	3.82	6,577	4.82%
1981	6,840	3.84	-1	-3.84	1	3.84	6,923	1.20%
1982	7,056	3.85	0	0.00	0	3.86	7,288	-3.18%
1983	7,560	3.88	1	3.88	1	3.88	7,672	-1.46%
1984	7,650	3.88	2	7.77	4	3.91	8,076	-2.60%
1985	7,866	3.90	3	11.69	9	3.93	8,501	-7.47%
1986	8,460	3.93	4	15.71	16	3.95	8,949	-5.46%
1987	9,360	3.97	5	19.86	25	3.97	9,420	-0.64%
1988	10,422	4.02	6	24.11	36	4.00	9,917	5.09%
1989	11,502	4.06	7	28.43	49	4.02	10,439	10.18%
TOT	112,230	57.94		6.24	280	42.00	73,301	

$$\log a = \frac{\sum \log Y}{N} = \frac{57.9389}{15} = 3.8626$$

$$\log b = \frac{\sum X \log Y}{\sum X^2} = \frac{6.2424}{280} = 0.0223$$

$$\log Y' = \log a + (\log b) X$$

$$\log Y' = 3.8626 + 0.0223 X$$

Dado que esta ecuación esta expresada en forma logarítmica, al convertirla en términos reales se tiene:

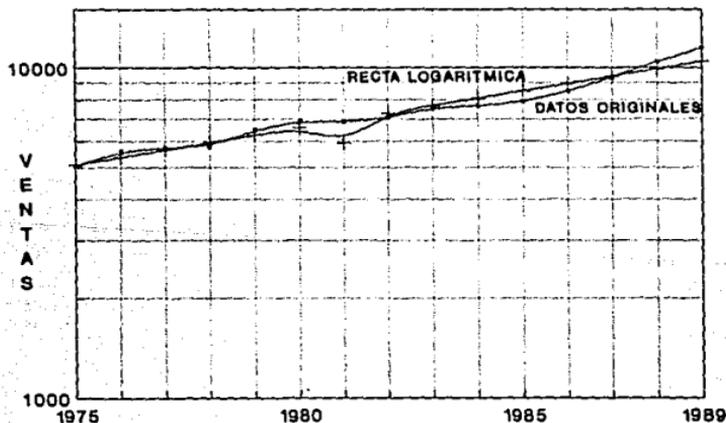
$$Y' = (7,287.79) (1.0527)^X$$

La cuál puede interpretarse de la siguiente forma:

El valor de la tendencia en 1982 fue de 7,287.79 unidades y las ventas se han incrementado a una tasa promedio de 5.27%.

Los datos originales y la recta logarítmica de tendencia ajustada se muestran en la gráfica 5.7.

GRAFICA 5.7
DATOS ORIGINALES Y
RECTA LOGARITMICA AJUSTADA
TENDENCIA 1975 - 1989



CURVAS CRECIENTES: EXPONENCIAL MODIFICADA

Las curvas presentadas anteriormente son curvas caracterizadas por un cierto grado de constancia en su crecimiento.

Específicamente se presentaron:

- La línea recta muestra montos constantes de crecimiento
- La parábola muestra montos de crecimiento cambiantes con un cambio constante
- La recta logarítmica muestra montos de crecimiento cambiantes con una tasa de crecimiento constante

Hasta ahora se han presentado curvas que de alguna forma o tienen la tasa de crecimiento constante y/o tienen el monto de cambio constante; sin embargo, existen, curvas en las cuales no sucede esto, como es el caso de la exponencial modificada. Estas curvas tienen la característica de hacerse horizontales a medida que el tiempo tiende a infinito ($X \rightarrow \infty$), es decir este tipo de curvas presentan montos de cambio crecientes con tasas de crecimiento decrecientes.

La ecuación general de la curva exponencial modificada es:

$$Y' = k + ab^X$$

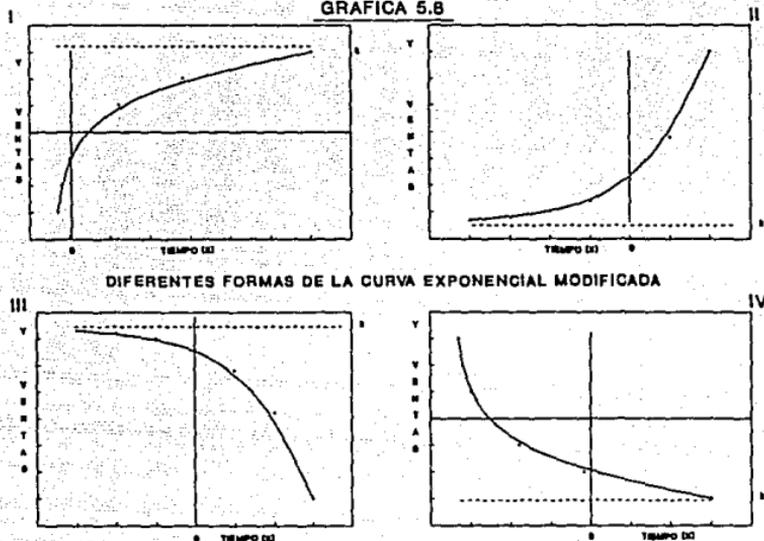
donde k es un valor límite.

Dependiendo de los valores de los coeficientes a y b , la curva exponencial modificada puede adquirir diferentes formas. En la Gráfica 5.8 se muestran cuatro posibles formas de esta curva, cuyas características aparecen en la Tabla 5.4.

Las curvas tipo I y II de la Gráfica 5.8 son las más comúnmente usadas para pronosticar.

En aquellos casos en donde la curva se aproxima a su valor límite (parte I y IV de la Gráfica 5.8) el monto de crecimiento decrece a una tasa constante. Cuando la curva se aleja de su valor límite (parte II y III de la Gráfica 5.8) el monto de crecimiento se incrementa a una tasa constante.

GRAFICA 5.8



DIFERENTES FORMAS DE LA CURVA EXPONENCIAL MODIFICADA

TABLA 5.4

CASOS ESPECIALES DE LA CURVA EXPONENCIAL MODIFICADA

Valores de a y b para las curvas mostradas en la Gráfica 5.8

Curva	a		b	
	Positiva	Negativa	Mayor que 1	Menor que 1
I		X		
II	X		X	
III		X	X	
IV	X			X

Para un mejor entendimiento de las propiedades de la curva, a continuación cada término de la ecuación es definido:

X tiempo

k valor límite de la curva. La curva se aproxima a este valor cada vez más pero nunca llega a él. k puede ser un límite superior o inferior.

a valor obtenido cuando se sustrae k del valor de la tendencia Y' cuando X es igual a cero

Por definición cualquier número elevado a la potencia cero es uno.

Si $X = 0$ entonces $b^X = 1$, por lo tanto

$$Y' = k + ab^X \implies Y' = k + a \implies a = Y' - k$$

b es la diferencia expresada en porcentaje entre incrementos sucesivos de la serie, por ejemplo, si $b = .5$ entonces cada incremento sucesivo en Y' será únicamente la mitad del anterior.

AJUSTE DE UNA CURVA EXPONENCIAL MODIFICADA A UNA SERIE DE DATOS

Ya que el método de mínimos cuadrados no puede ser utilizado en este caso, a continuación se describirá una técnica de aproximación para ajustar una curva exponencial modificada a una serie de datos.

El primer paso es dividir la serie en tres partes iguales, por lo tanto el número de años utilizado deberá de ser un múltiplo de tres, se obtiene un total de cada tercio y se identifican como ΣY , ΣY , y ΣY .

Para determinar los valores de las tres incógnitas en la ecuación $Y' = k + ab^X$ se requiere resolver un sistema de tres ecuaciones normales simultáneas:

$$I \quad b = \frac{\Sigma Y - \Sigma Y}{\Sigma Y - \Sigma Y}$$

en donde n representa el número de años en cada tercio de la serie (en este caso $n = 5$).

$$II \quad a = (\Sigma Y - \Sigma Y) \frac{b - 1}{(b^n - 1)}$$

$$III \quad k = \frac{1}{n} \left[\Sigma Y - \left(\frac{b^n - 1}{b - 1} \right) a \right]$$

Estas ecuaciones deben de resolverse en el orden mostrado, ya que el valor de b obtenido en la ecuación I se usa para encontrar el valor de a en la ecuación II y ambos se utilizan para encontrar el valor de k en la ecuación III.

Nótese que las tres ecuaciones contienen algunos términos iguales, lo cual simplifica los cálculos considerablemente.

Para verificar si los datos realmente tienden a un límite superior se puede utilizar la siguiente fórmula en donde k es independiente de a y de b .

$$IV \quad k = \frac{1}{n} \left[\frac{(\sum Y)(\sum Y) - (\sum Y)^2}{\sum Y + \sum Y - 2 \sum Y} \right]$$

Posiblemente el uso más común de la exponencial modificada es en el caso en que sea una serie con crecimiento decreciente y que se aproxima a un límite superior (véase Gráfica 5.8 parte I).

En la Tabla 5.5 se encuentran todos los cálculos necesarios para ajustar una curva exponencial modificada a una serie de datos. Los datos utilizados son los mismos que aparecen en la Tabla 5.1 columna Y.

TABLA 5.5
CALCULO DE LA CURVA DE TENDENCIA - EXPONENCIAL MODIFICADA
VENTAS EN MILES DE UNIDADES 1975 - 1989

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
AÑO	Y	X	$\frac{X}{b}$	$\frac{X}{ab}$	$Y' = k + ab^{\frac{X}{b}}$	Y/Y'
1975	5,040	0	1.000	2,130.75	5,280	-4.55%
1976	5,607	1	1.095	2,332.85	5,482	2.28%
1977	5,733	2	1.199	2,554.13	5,703	0.53%
1978	5,760	3	1.312	2,796.39	5,945	-3.11%
1979	6,480	4	1.437	3,061.63	6,210	4.35%
TOT 1	28,620					
1980	6,894	5	1.573	3,352.03	6,501	6.05%
1981	6,840	6	1.722	3,669.97	6,819	0.31%
1982	7,056	7	1.886	4,018.08	7,167	-1.55%
1983	7,560	8	2.065	4,399.20	7,548	0.16%
1984	7,650	9	2.260	4,816.47	7,965	-3.95%
TOT 2	36,000					
1985	7,866	10	2.475	5,273.32	8,422	-6.60%
1986	8,460	11	2.710	5,773.50	8,922	-5.18%
1987	9,360	12	2.967	6,321.12	9,470	-1.16%
1988	10,422	13	3.248	6,920.69	10,070	3.50%
1989	11,502	14	3.556	7,577.12	10,726	7.23%
TOT 3	47,610					

Nótese que $n = 5$

$$1) \quad b^n = \frac{\Sigma_2 Y - \Sigma_1 Y}{\Sigma_1 Y - \Sigma_0 Y}$$

$$b^5 = \frac{47,610 - 36,000}{36,000 - 28,620} = 1.5732$$

Obteniendo la raíz quinta:

$$b = 1.0949$$

$$2) \quad a = (\Sigma_1 Y - \Sigma_0 Y) \frac{b - 1}{(b^n - 1)} = (36,000 - 28,620) \frac{(1.0949 - 1)}{(1.5732 - 1)}$$

$$a = 7,382 \frac{(.0949)}{(.5732)}$$

$$a = 2,130.75$$

$$3) \quad k = \frac{1}{n} \left[\Sigma_1 Y - \left(\frac{b^n - 1}{b - 1} \right) a \right]$$

$$= \frac{1}{5} 28,620 - \frac{1.5732 - 1}{1.0949 - 1} 2,130.75$$

$$k = 3,148.85$$

4) Para verificar los cálculos anteriores se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$k = \frac{1}{n} \left[(\Sigma_1 Y)(\Sigma_2 Y) - (\Sigma_2 Y)^2 \right] = \frac{1}{5} \left[\frac{(28,620)(47,610) - (36,000)^2}{(28,620 + 47,610 - 2(36,000))} \right]$$

$$k = 3,148.85$$

Por lo tanto, sustituyendo los valores de a, b y k en la ecuación original:

$$Y' = k + ab^x$$

se tiene:

$$Y' = 3,148.85 + 2,130.75 (1.0949)^x$$

Como se puede observar, solo se utilizan las columnas (1) y (2) para ajustar la curva; las demás se utilizan únicamente para calcular los valores de Y'.

Dado que en esta ecuación a es positivo y b es mayor que 1, la forma de la curva es similar a la parte dos de la Gráfica 5.8; por lo tanto k representa el límite inferior el cual no puede ser interpretado prácticamente hablando.

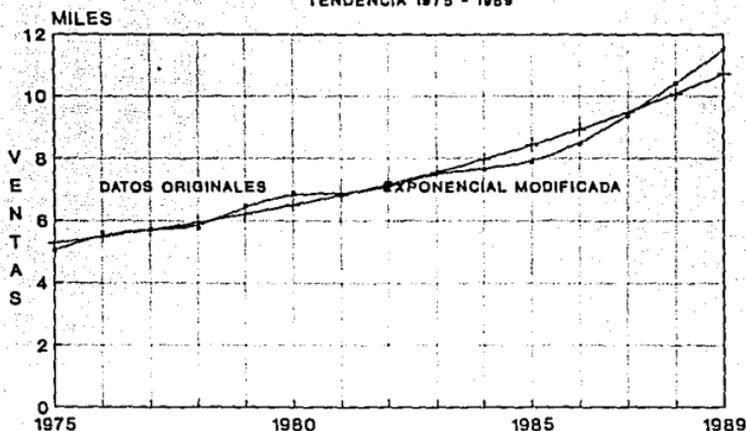
En cambio si k representara el límite superior entonces se podría decir que k es el nivel de saturación esperado hacia el que irían las ventas.

El valor de a tampoco puede interpretarse y solo es importante en la ecuación. Sin embargo, el valor de b si puede ser interpretado; indica que las ventas incrementales crecen a una tasa del 9.49% cada año; es decir el incremento en 1988 es 9.49% mayor que el incremento en 1987. En este punto el pronosticador deberá decidir si este supuesto de tasas incrementales crecientes seguirá manteniéndose en el futuro, y en base a esta suposición, hacer pronósticos. Esta decisión obviamente dependerá en alto grado de la información externa que se consiga acerca de las condiciones del mercado.

La Gráfica 5.9 muestra la curva exponencial modificada y los datos originales en una escala aritmética. En general esta curva funciona muy bien para aquellos datos que muestran un comportamiento de crecimiento similar al que se presenta en la Gráfica 5.8 parte 1; es decir, la serie deberá mostrar un crecimiento físicamente hablando y al mismo tiempo tendencia a hacerse horizontal, o sea que se aproxime a un cierto nivel de saturación, (precios, tasas de desempleo, etc. no califican en este sentido, ya que tienen orígenes artificiales y tienden a no ser gobernados por ninguna ley de crecimiento natural).

Aunque la curva de la Gráfica 5.8 parte 1 tiene un límite superior, la curva exponencial modificada no deberá utilizarse para calcular el nivel de saturación del mercado a largo plazo, ya que cualquier mercado puede ser expandido

GRAFICA 5.9
DATOS ORIGINALES Y
EXPONENCIAL MODIFICADA
TENDENCIA 1975 - 1989



mediante la implementación de estrategias creativas de Mercadotecnia. Una de las principales razones para analizar los datos pasados y calcular tendencias es precisamente descubrir nuevas formas de sobrepasar obstáculos que limitan el crecimiento. El límite superior de este tipo de curvas supone que los factores permanecen constantes durante el período pronosticado. El enfoque de Mercadotecnia es variar intencionalmente esos factores de forma en que se logre un mayor crecimiento. Por esta razón, la mayoría de las veces las curvas crecientes se utilizan para pronósticos a largo plazo; sin embargo, también funcionan bien en pronósticos a mediano y corto plazo.

5.5 COMPARACION ENTRE CURVAS

Ya que las cuatro diferentes curvas de tendencia mostradas en este capítulo fueron ajustadas a la misma serie de datos, sus resultados son perfectamente comparables. A continuación se desarrolla este análisis de comparación.

Las conclusiones obtenidas aquí corresponden únicamente a la serie utilizada como ejemplo, obviamente diferentes series arrojarán diferentes resultados.

La Tabla 5.6 muestra los datos reales y los datos estimados mediante cada una de las cuatro diferentes curvas y sus respectivos porcentajes de desviación. Los porcentajes negativos significan que el valor real está por debajo del

valor estimado y vice-versa. Los datos originales y los estimados por las curvas ajustadas están graficados en la Gráfica 5.10.

TABLA 5.6

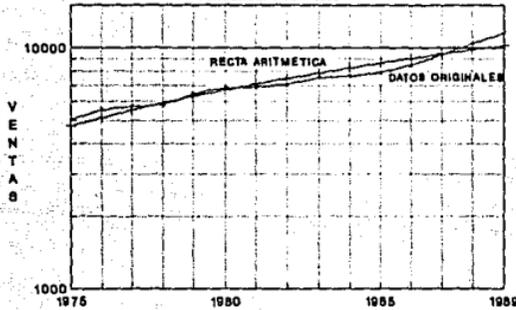
COMPARACION DE LAS CUATRO DIFERENTES CURVAS DE TENDENCIA AJUSTADAS
VENTAS EN MILES DE UNIDADES: 1975 - 1989

(1)	(2)	VALORES ESTIMADOS POR LA CURVA (Y')				PORCENTAJE DE DESVIACION			
		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
AÑO	Y	LR	PAR	LOG	EXP	LR	PAR	LOG	EXP
1975	5040	4746	5475	5088	5280	6.2	8.0	-0.9	-4.6
1976	5607	5137	5553	5356	5482	9.2	1.0	4.7	2.3
1977	5733	5528	5680	5638	5703	3.7	0.9	1.7	0.5
1978	5760	5918	5854	5935	5945	-2.7	-1.6	-3.0	-3.1
1979	6480	6309	6077	6248	6210	2.7	6.6	3.7	4.4
1980	6894	6700	6348	6577	6501	2.9	8.6	4.8	6.1
1981	6840	7091	6666	6923	6819	-3.5	2.6	-1.2	0.3
1982	7056	7482	7033	7288	7167	-5.7	0.3	-3.2	-1.6
1983	7560	7873	7448	7672	7548	-4.0	1.5	-1.5	0.2
1984	7650	8264	7911	8076	7965	-7.4	-3.3	-5.3	-4.0
1985	7866	8655	8422	8501	8422	-9.1	-6.6	-7.5	-6.6
1986	8460	9046	8981	8949	8922	-6.5	-5.8	-5.5	-5.2
1987	9360	9436	9589	9420	9470	-0.8	-2.4	-0.6	-1.2
1988	10422	9827	10244	9917	10070	6.1	1.7	5.1	3.5
1989	11502	10218	10947	10439	10726	12.6	5.1	10.2	7.2
DESVIACION PROMEDIO:						5.5	3.7	3.9	3.4
PROYECCIONES:									
1990		10610	11700	10991	11450				
1995		12565	16179	14209	16211				

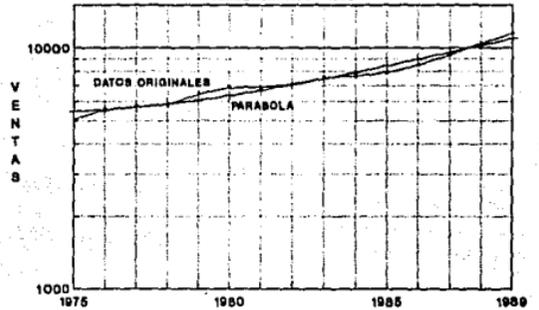
- (2) SERIE ORIGINAL (Y)
 (3) (7) LINEA RECTA
 (4) (8) PARABOLA
 (5) (9) RECTA LOGARITMICA
 (6) (10) EXPONENCIAL MODIFICADA

GRAFICA 5.10

DATOS ORIGINALES Y
LINEA RECTA ARITMETICA AJUSTADA
TENDECIA 1978 - 1989

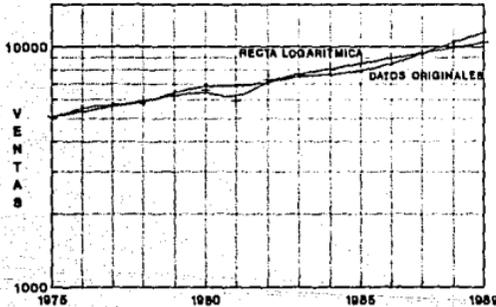


DATOS ORIGINALES Y
PARABOLA AJUSTADA
TENDECIA 1978 - 1989

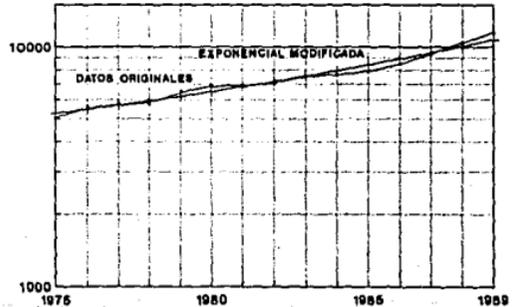


COMPARACION DE LAS DIVERSAS CURVAS

DATOS ORIGINALES Y
RECTA LOGARITMICA AJUSTADA
TENDECIA 1978 - 1989



DATOS ORIGINALES Y
EXPONENCIAL MODIFICADA
TENDECIA 1978 - 1989



5.6 PRONOSTICOS A LARGO PLAZO (5 AÑOS)

Como se puede observar en la Tabla 5.6, el porcentaje promedio de desviación para el período de 15 años es considerablemente menor para la parábola, la recta logarítmica y la exponencial modificada que para la línea recta aritmética.

Este promedio se utiliza para establecer que las tres curvas más complejas se ajustan mejor a los datos a largo plazo que la línea recta aritmética. Analizando los datos más detalladamente, se puede observar que la parábola se ajusta con mayor precisión a los últimos datos de la serie que lo que lo hacen la recta logarítmica y la exponencial modificada, sugiriendo que esta es la curva a utilizar para una proyección a cinco años, siempre y cuando los supuestos utilizados para esta curva sean aceptables.

Nótese que en este ejemplo, la proyección a cinco años para la parábola y la exponencial modificada conducen esencialmente al mismo pronóstico para 1995, y que estos números difieren considerablemente de las proyecciones hechas con las líneas rectas aritmética y logarítmica. En este punto, el autor deberá determinar cuidadosamente el patrón de ventas que cree más probable que suceda en su mercado en los próximos cinco años basado en los supuestos de estas curvas.

Si se selecciona la parábola, puede esperarse una desviación cercana al 4% contra los datos reales en total, y cuando mucho un 9% en un año cualquiera basándonos en el ejemplo de quince años.

Suponiendo que estos datos han sido previamente ajustados por un evento atípico, estas desviaciones deben considerarse naturales, i.e. como fluctuaciones aleatorias del mercado.

5.7 PRONOSTICOS A CORTO PLAZO

Dada una serie de datos como en el ejemplo anterior, puede suceder que la curva estimada quede por arriba o por debajo de los datos reales. Una proyección "simple" para el siguiente año puede sin embargo ser no-realista.

Debe recordarse que la teoría del análisis de tendencias se refiere principalmente a tendencias a largo plazo, sin embargo pueden ayudar en la obtención de un pronóstico a corto plazo. Considerando el ejemplo anterior, la proyección obtenida para 1990 sería como se muestra en la Tabla 5.7.

TABLA 5.7

PROYECCIONES DE LAS CURVAS DE TENDENCIA
VENTAS EN MILES DE UNIDADES: 1975 - 1989

AÑO	SERIE ORIGINAL (Y)	LINEA		RECTA	EXPONENCIAL
		RECTA	PARABOLA	LOGARITMICA	MODIFICADA
1989	11,502	10,218	10,947	10,439	10,726
1990		10,610	11,700	10,991	11,450
INCREMENTO PROYECTADO		392	753	552	724
% VS. 1989		3.84%	6.89%	5.29%	6.75%

Tres de las cuatro proyecciones para 1990 están por debajo del dato real de 1989. La parábola es la única curva que pronostica 1990 por encima de 1989. Una de las razones de este comportamiento es que el crecimiento en ventas en los últimos cuatro años ha sido considerablemente mayor que la tasa promedio global de crecimiento.

A pesar de estas aparentes incongruencias, los incrementos proyectados por estas cuatro curvas pueden proveer al autor de un mejor panorama. Entonces el incremento en ventas para el año 1990 varía entre 400 y 800 pesos y el porcentaje de incremento oscila entre 4 y 7%. El autor puede utilizar esta información para determinar un objetivo de ventas alcanzable para 1990:

Pronóstico de 1990 = Real de 1989 + Incremento proyectado,
dependiendo de sus supuestos básicos.

5.8 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El análisis de las series de tiempo muestra como una serie puede desagregarse en sus cuatro componentes llamados tendencia, efectos cíclicos, estacionalidad y factor irregular. En este capítulo se ha expuesto como medir y pronosticar tendencias. Se presentó también una selección de cuatro curvas útiles. Cada una de estas curvas hace diferentes suposiciones acerca de la naturaleza de la tendencia de crecimiento. Las principales características de cada curva se pueden resumir de la siguiente forma:

CURVA	CARACTERISTICAS
Línea recta aritmética	Montos constantes de cambio
Línea recta logarítmica	Tasas constantes de cambio
Parábola	Montos cambiantes de cambio por montos constantes
Exponencial modificada	Montos cambiantes de cambio por tasas constantes

Dado que cualquiera de las curvas se puede ajustar a la misma serie de datos, tal como se demostró en la sección anterior, los supuestos que cada una hace acerca de los datos deben ser considerados cuidadosamente por el autor para determinar cuales son relevantes en el periodo que se va a pronosticar. En el caso del ejemplo utilizado en este capítulo, las proyecciones para uno o dos años a futuro, no muestran gran diferencia entre las curvas, pero cuando la proyección se extiende cinco años adelante, considerables diferencias se hacen evidentes. Independientemente del tipo de curva seleccionado, la técnica estadística deberá de ser complementada con la consideración de las fuerzas económicas y de mercado que posiblemente estarán operando durante el periodo pronosticado.

CAPITULO VI

PRONOSTICOS A CORTO PLAZO Y VARIACION ESTACIONAL

Además de tener que hacer pronósticos para periodos de un año o mayores, el pronosticador frecuentemente tiene el problema de hacerlos para periodos más pequeños ya sean trimestres, meses, etc. Dichos pronósticos deben de tomar en cuenta las fluctuaciones debido a los factores estacionales tales como: periodos vacacionales, Navidad, inicio de cursos, temperatura, etc.

Estos movimientos estacionales generalmente se resumen como un conjunto de índices donde el promedio es 100%. La influencia estacional en un mes en particular es en efecto el grado de desviación con respecto a ese promedio. Los meses pico tienen índices mayores a 100%, los meses bajos los tienen menores a 100%. La mejor forma de obtener éstos índices es mediante el método de promedios móviles.

También es posible medir la variación estacional calculando los porcentajes que cada mes representa del total del año. Si los resultados fueran distribuidos uniformemente durante el año, cada mes contribuiría con $1/12$ (.8333) del total, por consecuencia el efecto estacional es la diferencia entre $1/12$ y el porcentaje real de absorción. Esta forma de medir la estacionalidad se conoce como el "Método de porcentajes".

Ambos métodos pueden utilizarse cuando el patrón de variación estacional ha sido constante en el tiempo o ha estado cambiando gradualmente. Esto es importante ya que muchos planes de Mercadotecnia tratan de cambiar deliberadamente el patrón de estacionalidad existente.

6.1 RAZONES PARA MEDIR LAS VARIACIONES ESTACIONALES

Los Gerentes de Marca que conocen la estacionalidad de sus productos generalmente tratan de equilibrar las ventas implementando programas de Mercadotecnia en meses bajos. Con el objeto de monitorear el éxito de tales programas, se mide la variación estacional para ver si esos cambios se están dando en la dirección deseada.

Cuando los pronósticos se basan en proyecciones mensuales de la tendencia, es necesario modificar esa proyección con el índice estacional correspondiente. Todos los pronósticos deberán tomar en cuenta las fluctuaciones normales a corto plazo para poder ser comparados con los resultados reales.

Las proyecciones de la tendencia modificadas por los índices de estacionalidad son útiles para las planeaciones

financieras de presupuestos y producción. Con estas proyecciones se obtiene una mejor estimación mensual de los flujos de caja, asignación de gastos en el tiempo, facilidad de controlar las compras, etc.

Finalmente, al desestacionalizar los datos reales, al remover el efecto de las fluctuaciones normales, se exponen las tendencias y las condiciones anormales más claramente. Por esta razón la mayoría de los resultados de una compañía siempre aparecen "ajustados estacionalmente" ya que de otra forma se dificultaría su correcta interpretación.

Para ilustrar la utilidad de la estacionalidad, al final del capítulo se presenta el análisis de una serie de tiempo involucrando tanto la tendencia como los índices estacionales.

6.2 METODO DE PORCENTAJES PARA MEDIR LA ESTACIONALIDAD

6.2.1 ANTECEDENTES

Cuando se grafican los datos para observar el comportamiento de la variación estacional, debe de utilizarse la escala logarítmica ya que el efecto estacional tiende a ser más estable como cambio porcentual que como monto de cambio.

Como regla general, los resultados son más exactos si se utiliza una base de datos grande. Usualmente cinco o siete años de información mensual o trimestral son adecuados, aunque si existe un patrón estacional cambiante tal vez sea necesario utilizar más años.

Cuando el patrón normal de estacionalidad ha sido afectado por eventos especiales como huelgas, disturbios civiles, ferias mundiales, Olimpiadas, Mundiales de Fut-Ball, temblores, etc. los meses atípicos deberán ser ajustados o excluidos.

6.2.2 CALCULO DE LOS INDICES DE ESTACIONALIDAD

Cuando los índices estacionales se desarrollan por el método de porcentajes, las ventas mensuales son expresadas como un porcentaje del total del año. Esto se hace para cada mes de cada año de la base de datos y el resultado es una serie de porcentajes para enero, febrero, etc.. Si los porcentajes de cada mes son relativamente constantes, (es decir, no exhiben ninguna tendencia a crecer o decrecer), entonces el índice mensual es simplemente el promedio de esta serie de porcentajes. El resultado de este procedimiento es una serie de doce índices cuya sumatoria es cien por-ciento, y

representa la contribución promedio de cada mes a las ventas anuales.

Cuando los porcentajes mensuales son cambiantes entonces en lugar del promedio, una línea de tendencia se ajusta a los datos ordenados cronológicamente, obteniéndose igual una serie de porcentajes que suman cien por ciento. La diferencia aquí es que el porcentaje de cualquier mes dado, será diferente para cada año.

En ambos casos, el efecto estacional es la diferencia entre el índice de cada mes y 8.33% (1/12 del total anual). Alternativamente los índices pueden expresarse como fracciones de una base donde el total es 1,200 tan solo multiplicando cada valor original por doce.

Bajo este último método, cada mes tiene un "valor" promedio de 100 y el valor puede ser comparado directamente con el obtenido por el método de promedios móviles que se verá posteriormente.

Con estos índices es muy sencillo estacionalizar las proyecciones mensuales de la tendencia y así convertirlas en pronósticos a corto plazo más precisos:

- Cuando se tiene un pronóstico anual: para obtener pronósticos mensuales, se multiplica el total anual por el índice correspondiente de cada mes, (cuando la suma de los índices es 100%).
- Cuando se tienen proyecciones mensuales: se multiplica la proyección de la tendencia por el índice mensual correspondiente (cuando la suma de los índices es igual a 1,200).

Si se desea desestacionalizar las ventas reales de un mes, entonces se divide el dato real entre el índice correspondiente (en base 1,200). El valor obtenido podrá ser comparado con el pronóstico de la tendencia del mes.

Para ilustrar el cálculo de los índices estacionales, se utilizará la información de la Tabla 6.1 a lo largo de todo este capítulo. Los datos son las ventas mensuales reales de un producto en un periodo de cinco años. En la Tabla 6.2 se muestran los cálculos necesarios para obtener los índices estacionales mediante el método de porcentajes. Para un mejor entendimiento se recomienda observar las Tablas al mismo tiempo que se lee la descripción del método.

TABLA 6.1
VENTAS MENSUALES 1985 - 1989
MILES DE UNIDADES: 1975 - 1989

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
MES	1985	1986	1987	1988	1989
ENERO	6,813	6,444	7,092	8,379	8,901
FEBRERO	6,219	6,291	6,084	7,515	8,658
MARZO	6,750	6,849	7,560	8,649	9,576
ABRIL	5,949	6,516	7,173	7,344	8,748
MAYO	5,724	4,707	5,850	6,372	7,704
JUNIO	4,257	4,176	5,607	5,535	5,490
JULIO	4,941	4,419	5,580	5,625	5,535
AGOSTO	5,229	4,608	5,625	6,390	7,236
SEPTIEMBRE	4,734	4,896	4,995	6,435	6,768
OCTUBRE	5,328	4,968	5,679	7,173	6,822
NOVIEMBRE	5,544	5,283	6,534	7,470	6,372
DICIEMBRE	7,020	6,831	7,893	8,937	7,992
TOTAL	68,508	65,988	75,672	85,824	89,802
PROMEDIO MENSUAL	5,709	5,499	6,306	7,152	7,484

TABLA 6.2
CALCULO DE LOS INDICES ESTACIONALES - METODO DE PORCENTAJES

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
MES	1985	1986	1987	1988	1989	MEDIA MODIFICADA	INDICE AJUSTADO*	INDICE BASE 1,200
ENE	9.9	9.8	9.4	9.8	9.9	9.8	9.77	117.2
FEB	9.1	9.5	8.0	8.8	9.6	9.1	9.07	108.8
MAR	9.8	10.4	10.0	10.1	10.7	10.2	10.17	122.0
ABR	8.7	9.9	9.5	8.6	9.7	9.3	9.27	111.2
MAY	8.4	7.1	7.7	7.4	8.6	7.8	7.78	93.4
JUN	6.2	6.3	7.5	6.4	6.1	6.3	6.28	75.4
JUL	7.2	6.7	7.4	6.5	6.2	6.8	6.78	81.4
AGO	7.6	7.0	7.4	7.4	8.1	7.5	7.48	89.8
SEP	6.9	7.4	6.6	7.5	7.5	7.3	7.28	87.4
OCT	7.8	7.5	7.5	8.4	7.6	7.6	7.58	91.0
NOV	8.1	8.0	8.6	8.7	7.1	8.2	8.18	98.2
DIC	10.3	10.4	10.4	10.4	8.9	10.4	10.36	124.2
TOT	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.3	100.00	1200.0

* Indice ajustado = Media modificada x 100/100.3

Paso i: Expresar las ventas de cada mes como un porcentaje del total anual (Tabla 6.2 columnas 2 a 6).

Paso ii: Si los porcentajes de cada mes son relativamente constantes a través de los años, se calcula la media modificada para cada mes, quitando los números más alto y más bajo de cada renglón y promediando los restantes (columna 7). El resultado es un conjunto de doce índices preliminares y la suma de estos da el total preliminar.

Paso iii: Dado que es raro que los índices preliminares sumen exactamente 100%, es necesario ajustarlos mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Indice Ajustado} = \text{Indice mensual preliminar} \times \frac{100}{\text{Total preliminar}}$$

Los índices ajustados (columna 8) ahora sí suman 100% y muestran la contribución normal de cada mes al total del año. La columna 9 muestra los índices estacionales ajustados a un total de 1,200.

Para la mayoría de los propósitos el método de porcentajes es suficientemente exacto. Sin embargo si se calculan los índices estacionales para hacer un análisis de las series de tiempo es preferible utilizar el método de promedios móviles. Este método tiene mayor soporte teórico y tiende a monitorear los datos más de cerca que el método de porcentajes.

6.3 METODO DE PROMEDIOS MOVILES PARA MEDIR LA ESTACIONALIDAD

6.3.1 ANTECEDENTES

Probablemente este es el método más comúnmente utilizado para el cálculo de los índices estacionales. Una de sus principales características es la facilidad de suavizar los picos y valles. Si la información muestra un patrón cíclico regular y la longitud del período cubierto por el promedio móvil es igual a este ciclo, entonces el promedio móvil va a eliminar completamente el ciclo. Como el promedio se mueve en el tiempo, este incluirá exactamente el número de observaciones que comprende un solo ciclo.

Para analizar la estacionalidad global de una serie de datos, se utiliza un promedio móvil de doce meses con el objeto de remover la fluctuación estacional mensual. El índice estacional de un mes dado se determina promediando las tasas resultantes de dividir las ventas reales mensuales entre el valor del promedio móvil obtenido para cada mes. Si estas tasas mensuales cambian de un año a otro, se recomienda ajustar una curva de tendencia a las mismas.

6.3.2 CALCULO DE PROMEDIOS MOVILES

El promedio móvil de 12 meses es una serie de promedios que incluye primero los primeros doce meses de una serie, después del segundo al décimo tercer mes, y así sucesivamente. El cálculo de los promedios móviles involucra dos operaciones sencillas:

- i) Obtener los totales para cada grupo de doce meses sucesivos.
- ii) Dividir cada uno de estos totales entre doce.

Utilizando específicamente los datos de la Tabla 6.3 (columna 2 y 3 Tabla 6.1), se puede observar que la primera cifra de la columna 5 es el promedio móvil (a doce meses) de los primeros doce meses, enero - diciembre 1985 o sea 5,717. Nótese que este promedio a doce meses por definición debe de centrarse en el mes 6.5 (entre junio y julio). El segundo promedio móvil 5,687 cubre el periodo febrero '85 - enero '86 y se centra entre julio y agosto de 1985. De donde cada cifra de la columna 5 es el promedio de los seis meses anteriores y seis posteriores de donde ésta se encuentra.

TABLA 6.3

CALCULO DE PROMEDIOS MOVILES CENTRADOS - 12 MESES
VENTAS EN MILES DE UNIDADES: 1985 - 1986

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

AÑO	MES	VENTAS	TOTAL MOVIL 12 MESES	PROMEDIO MOVIL 12 MESES	TOTAL MOVIL 2 MESES	PROMEDIO MOVIL CENTRADO 12 MESES
1985	ENE	6,813				
	FEB	6,219				
	MAR	6,750				
	ABR	5,949				
	MAY	5,824				
	JUN	4,257				
	JUL	4,941	68,608	5,717	11,404	5,702
	AGO	5,229	68,239	5,687	11,379	5,690
	SEP	4,734	68,311	5,693	11,393	5,697
	OCT	5,328	68,410	5,701	11,449	5,724
	NOV	5,544	68,977	5,748	11,403	5,702
	DIC	7,020	67,860	5,655	11,303	5,652
1986	ENE	6,444	67,779	5,648	11,253	5,627
	FEB	6,291	67,257	5,605	11,158	5,579
	MAR	6,849	66,636	5,553	11,120	5,560
	ABR	6,516	66,798	5,567	11,103	5,552
	MAY	4,707	66,438	5,537	11,051	5,526
	JUN	4,176	66,177	5,515	11,014	5,507
	JUL	4,419	65,988	5,499		
	AGO	4,608				
	SEP	4,896				
	OCT	7,968				
	NOV	5,283				
	DIC	6,831				

Dado que las cifras de la columna 5 Tabla 6.3 se encuentran entre cada par de meses mientras que los datos originales en la columna 2 representan meses calendario, es necesario ajustar los promedios móviles de tal forma que correspondan a cada uno de los datos originales. Para esto se calcula el promedio móvil a dos meses de los promedios móviles a doce meses (se calculan totales móviles para cada dos meses y se dividen entre dos). En las columnas 6 y 7 aparecen los resultados, obteniéndose así una serie de promedios móviles debidamente centrados que empiezan en julio '85.

6.3.3 METODO CORTO PARA CALCULAR PROMEDIOS MOVILES

Dado que el método anterior consume mucho tiempo al realizarlo con ayuda de una calculadora se puede utilizar alternativamente el método expuesto en la Tabla 6.4. Este método se basa en el siguiente razonamiento:

Si X representa el promedio móvil centrado entre junio y julio '85 (primera cifra columna 5, Tabla 6.3) o sea

$$X = \left(\sum_{i=1}^{12} x_i \right) / 12 \text{ y } Y \text{ representa el promedio móvil centrado}$$

entre julio y agosto '85 (segunda cifra columna 5 Tabla 6.3)

$$\text{o sea } Y = \left(\sum_{i=2}^{13} x_i \right) / 12.$$

Sea Z el promedio móvil centrado en julio '85 (primera cifra columna 7 Tabla 6.3).

Por lo tanto:

$$Z = \frac{X + Y}{2} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{12} x_i}{12} + \frac{\sum_{i=2}^{13} x_i}{12} \right) / 2$$

$$= \left(\sum_{i=2}^{12} x_i + x_1 + x_{13} \right) / 24$$

Este razonamiento demuestra que un promedio móvil centrado a doce meses es igual a un total móvil a trece meses ponderado por 1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,1, dividido por la suma de estos coeficientes (24).

6.4 CALCULO DE INDICES ESTACIONALES - ESTACIONALIDAD CONSTANTE

Paso i: Dividir cada valor original entre su correspondiente promedio móvil centrado y así obtener los porcentajes que se muestran en la columna 6 (columna 3 / columna 5, Tabla 6.4). La razón de hacer esto se describe a continuación: como se mencionó anteriormente (capítulo V), una Serie de Tiempo está compuesta por cuatro factores, Tendencia X Ciclo X Estacionalidad X Factor Irregular. Dado que el promedio móvil - doce meses describe aproximadamente la trayectoria combinada de los factores Tendencia y Ciclo, cuando los datos originales se dividen por este promedio móvil, el porcentaje obtenido es representativo de los componentes Estacionalidad - Factor Irregular:

$$\frac{T \times C \times S \times I}{T \times C} = S \times I$$

Cuando se promedian los porcentajes (S x I) para un mes en particular, el factor I tiende a cancelarse.

TABLA 6.4

CALCULO DE PROMEDIOS MOVILES CENTRADOS - 12 MESES Y
PORCENTAJES DE PROMEDIOS MOVILES - METODO CORTO
MILES DE UNIDADES: 1985 - 1989

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
AÑO	MES	VENTAS	TOTAL MOVIL 13 MESES PONDERADO (1,2,2,..,1)	PROMEDIO MOVIL CENTRADO 12 MESES	% DEL PROMEDIO MOVIL 12 MESES
1985	ENE	6,813			
	FEB	6,219			
	MAR	6,750			
	ABR	5,949			
	MAY	5,824			
	JUN	4,257			
	JUL	4,941	136,647	5,694	86.78
	AGO	5,229	136,350	5,681	92.04
	SEP	4,734	136,521	5,688	83.22
	OCT	5,328	137,187	5,716	93.21
	NOV	5,544	136,737	5,697	97.31
	DIC	7,020	135,639	5,652	124.21
1986	ENE	6,444	135,036	5,627	114.53
	FEB	6,291	133,893	5,579	112.76
	MAR	6,849	133,434	5,560	123.19
	ABR	6,516	133,236	5,552	117.37
	MAY	4,707	132,615	5,526	85.18
	JUN	4,176	132,165	5,507	75.83
	JUL	4,419	132,624	5,526	79.97
	AGO	4,608	133,065	5,544	83.11
	SEP	4,896	133,569	5,565	87.97
	OCT	7,968	134,937	5,622	88.36
	NOV	5,283	136,737	5,697	92.73
	DIC	6,831	139,311	5,805	117.68
1987	ENE	7,092	141,903	5,913	119.95
	FEB	6,084	144,081	6,003	101.34
	MAR	7,560	145,197	6,050	124.96
	ABR	7,173	146,007	6,084	117.91
	MAY	5,850	147,969	6,165	94.88
	JUN	5,607	150,282	6,262	89.54
	JUL	5,580	152,631	6,360	87.74
	AGO	5,625	155,349	6,473	86.90
	SEP	4,995	157,869	6,578	75.94

TABLA 6.4 (Cont...)

CALCULO DE PROMEDIOS MOVILES CENTRADOS - 12 MESES Y
 PORCENTAJES DE PROMEDIOS MOVILES - METODO CORTO
 MILES DE UNIDADES: 1985 - 1989

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
AÑO	MES	VENTAS	TOTAL MOVIL 13 MESES PONDERADO (1,2,2,..,1)	PROMEDIO MOVIL CENTRADO 12 MESES	% DEL PROMEDIO MOVIL 12 MESES
	OCT	5,679	159,129	6,630	85.65
	NOV	6,534	159,822	6,659	98.12
	DIC	7,893	160,272	6,678	118.19
1988	ENE	8,379	160,245	6,677	125.49
	FEB	7,515	161,055	6,711	111.99
	MAR	8,649	163,260	6,803	127.14
	ABR	7,344	166,194	6,925	106.05
	MAY	6,372	168,624	7,026	90.69
	JUN	5,535	170,604	7,109	77.86
	JUL	5,625	172,170	7,174	78.41
	AGO	6,390	173,835	7,243	88.22
	SEP	6,435	175,905	7,329	87.80
	OCT	7,173	178,236	7,427	96.59
	NOV	7,470	180,972	7,541	99.07
	DIC	8,937	182,259	7,594	117.68
1989	ENE	8,901	182,124	7,589	117.30
	FEB	8,658	182,880	7,620	113.62
	MAR	9,576	184,059	7,669	124.86
	ABR	8,748	184,041	7,668	114.08
	MAY	7,704	182,592	7,608	101.26
	JUN	5,490	180,549	7,523	72.98
	JUL	5,535			
	AGO	7,236			
	SEP	6,768			
	OCT	6,822			
	NOV	6,372			
	DIC	7,992			

NOTA: 1) Se toma enero '85 una vez, dos veces el valor de febrero '85 a diciembre '85 y una vez enero '86, y se suman. Este es el total ponderado para julio '85.

2) Se restan los valores de enero y febrero '85 y se suman los valores de enero y febrero '86 y este es el total para agosto '85. Se continúa el proceso de sumar dos valores y restar dos valores hasta terminar.

Paso ii: En la Tabla 6.5 aparecen los cálculos necesarios para obtener las medias modificadas de los porcentajes de los promedios móviles para cada mes; esto se hace eliminando los valores mayor y menor y promediando los restantes. Estos son los índices mensuales preliminares, y cuya suma es llamada total preliminar.

Paso iii: Ya que estos índices preliminares raramente suman 1,200, se tienen que ajustar por el factor (1,200/Total preliminar). Después de este ajuste deberán sumar exactamente 1,200. El efecto de la estacionalidad se mide de acuerdo a la variación del índice de cada mes con respecto a 100. Para eliminar los efectos estacionales de los datos originales, estos se dividen entre su índice estacional correspondiente. Esto está calculado en la Tabla 6.6. Es claro que las cifras ajustadas (desestacionalizadas) fluctúan mucho menos del promedio mensual (obtenido dividiendo el total anual entre doce) que los datos originales. Similarmente, si los pronósticos mensuales de tendencia están disponibles, se pueden estacionalizar multiplicando los valores de la tendencia por los índices mensuales correspondientes.

TABLA 6.5

CALCULO DE LOS INDICES DE ESTACIONALIDAD
USANDO EL PORCENTAJE DE LOS PROMEDIOS MOVILES
CENTRADOS - 12 MESES COMO FUE DESARROLLADO EN LA TABLA 6.4

MES	1985	1986	1987	1988	1989	TOTAL MODI- FICADO	MEDIA MODI- FICADA	INDICE DE ES- TACIO- NALIDAD
ENE		114.5	120.0	125.5	117.3	237.3	118.6	118.2
FEB		112.8	101.3	112.0	113.6	224.8	112.4	112.0
MAR		123.2	125.0	127.1	124.9	249.8	124.9	124.5
ABR		117.4	117.9	106.1	114.1	231.5	115.7	115.3
MAY		85.2	94.9	90.7	101.3	185.6	92.8	92.5
JUN		75.8	89.5	77.9	73.0	153.7	76.9	76.6
JUL	86.8	80.0	87.7	78.4		166.8	83.4	83.1
AGO	92.0	83.1	86.9	88.2		175.1	87.6	87.3
SEP	83.2	88.0	75.9	87.8		171.0	85.5	85.2
OCT	93.2	88.4	85.7	96.6		181.6	90.8	90.5
NOV	97.3	92.7	98.1	99.1		195.4	97.7	97.4
DIC	124.2	117.7	118.2	117.7		235.9	117.9	117.5
TOT							1204.2	1200.0

TABLA 6.6

DATOS AJUSTADOS POR EL INDICE DE ESTACIONALIDAD
VENTAS EN MILES DE UNIDADES

MES	1985	1986	1987	1988	1989
ENERO	5,763	5,451	5,999	7,088	7,529
FEBRERO	5,553	5,617	5,433	6,710	7,731
MARZO	5,423	5,502	6,073	6,948	7,693
ABRIL	5,158	5,650	6,220	6,368	7,585
MAYO	6,190	5,090	6,326	6,891	8,331
JUNIO	5,559	5,453	7,322	7,228	7,169
JULIO	5,947	5,318	6,716	6,770	6,661
AGOSTO	5,992	5,281	6,446	7,323	8,292
SEPTIEMBRE	5,555	5,745	5,861	7,551	7,942
OCTUBRE	5,889	5,491	6,277	7,929	7,541
NOVIEMBRE	5,693	5,425	6,710	7,671	6,543
DICIEMBRE	5,973	5,812	6,716	7,604	6,800
PROMEDIO	5,725	5,486	6,342	7,173	7,485

6.5 CALCULO DE INDICES ESTACIONALES - ESTACIONALIDAD VARIABLE

Si después de calcular los porcentajes de los promedios móviles se observa que el patrón de estacionalidad cambia con el tiempo, es decir, si se observa que algunos meses muestran una tendencia creciente, otros una tendencia decreciente, etc., se deberán calcular índices estacionales variables. De esta forma, cada año tendrá un conjunto diferente de índices estacionales incluyendo por supuesto, los años futuros a pronosticar.

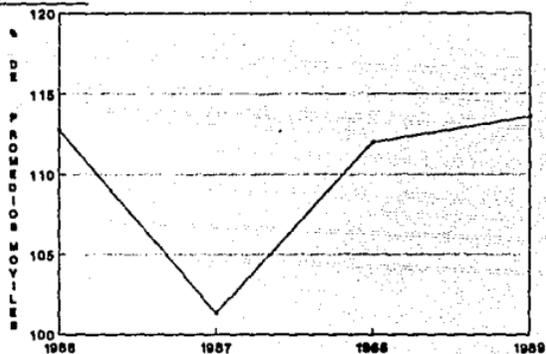
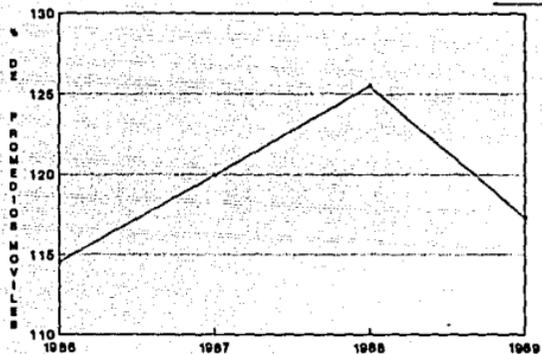
La medición de estacionalidad es variable, se puede realizar fácilmente utilizando medios gráficos. Se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- Elaborar doce pequeñas gráficas (como se muestra en la Gráfica 6.1) en donde el eje vertical (Y) representará los porcentajes de los promedios móviles y el eje (X), representará los años.
- Graficar la serie de porcentajes de enero en la primera gráfica, los de febrero en la segunda, etc.
- En cada una de las doce gráficas, trazar a mano una curva suavizada de tendencia a través de la "media" de los puntos. De esta curva se pueden extraer los índices estacionales preliminares; existirán índices diferentes

ENERO

GRAFICA 6.1

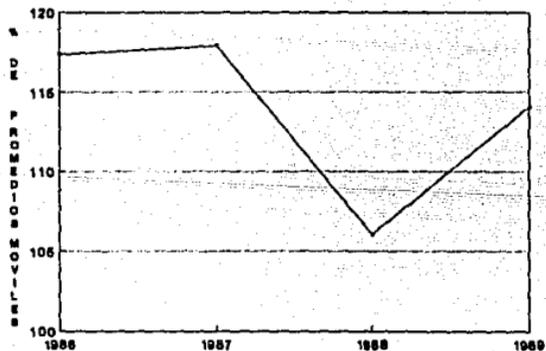
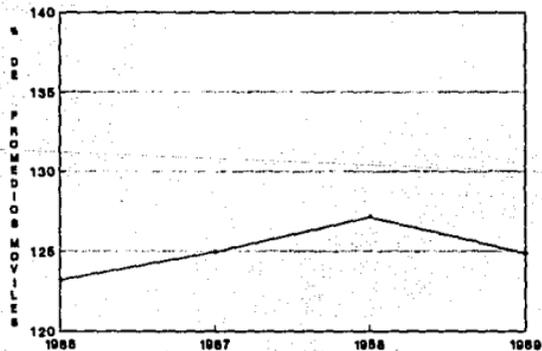
FEBRERO



CAMBIO MENSUAL DE LA ESTACIONALIDAD

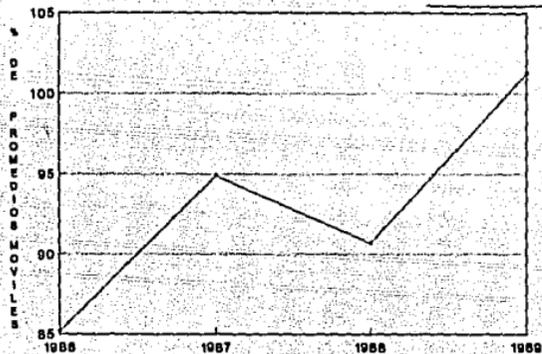
MARZO

ABRIL

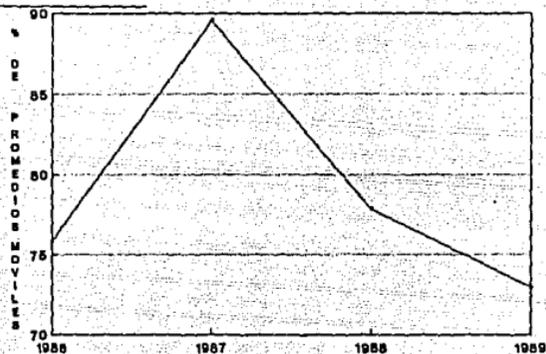


GRAFICA 6.1 (CONT.)

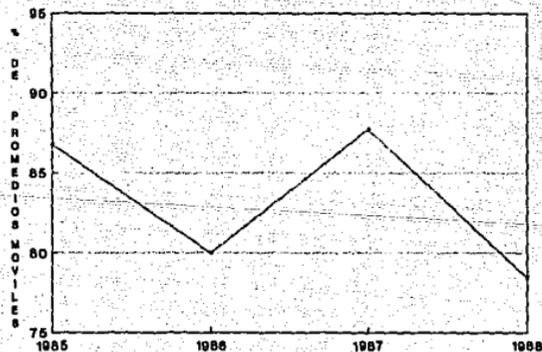
MAYO



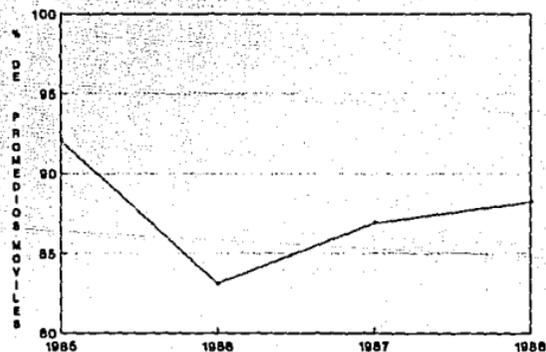
JUNIO



JULIO



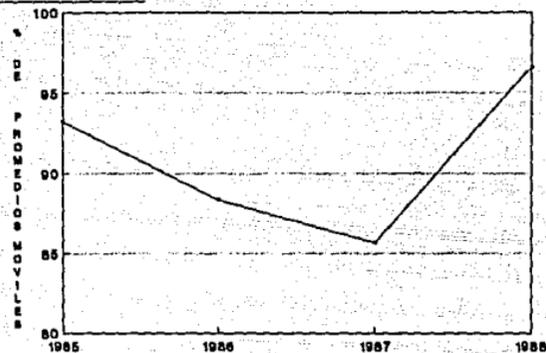
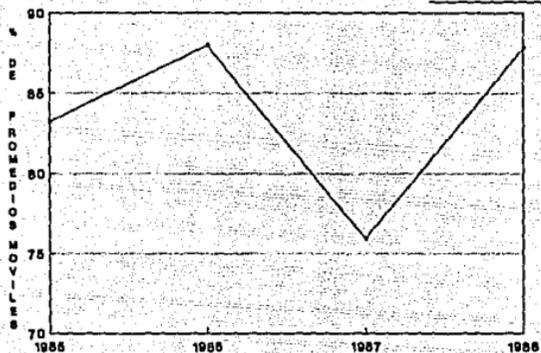
AGOSTO



SEPTIEMBRE

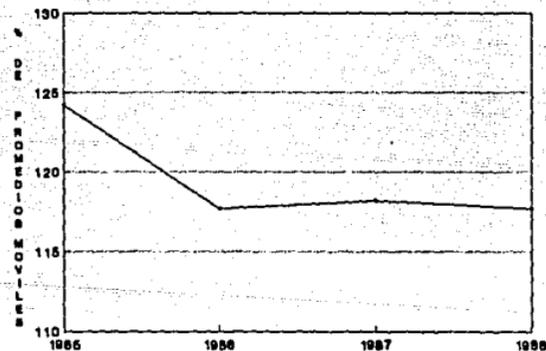
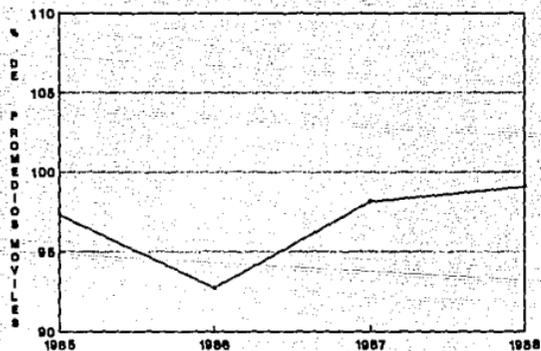
GRAFICA 6.1 (CONT.)

OCTUBRE



NOVIEMBRE

DICIEMBRE



para cada mes de cada año, a menos que la curva de la tendencia sea horizontal.

- Sumar los índices preliminares de cada año para obtener los totales preliminares. Ajustar los doce índices mensuales de cada año multiplicándolos por el factor de corrección correspondiente; el factor de corrección es igual a $1,200/\text{Total preliminar}$.

Si las curvas de tendencia se han trazado con cuidado, serán lo suficientemente exactas para realizar pronósticos. Se puede utilizar también el método de mínimos cuadrados para ajustar las curvas de tendencia, pero este esfuerzo generalmente no es necesario. En la mayoría de los casos una línea recta será suficiente para este efecto, sin embargo, en algunos casos raros, utilizar curvas no lineales podría ser los más apropiado.

6.6 ANALISIS COMPLETO DE UNA SERIE DE TIEMPO

En el capítulo V se presentaron los métodos de análisis de tendencia más comunes, mientras que el capítulo VI se ha enfocado principalmente a la medición de fluctuaciones estacionales. En esta sección concluyente se combinaron ambos aspectos para hacer un análisis completo de una Serie de Tiempo, el cual involucra:

- El cálculo de tendencias mensuales
- El cálculo de índices estacionales
- Combinar los factores de Tendencia y Estacionalidad, y comparar los resultados Vs. los datos originales
- Elaborar un pronóstico mensual estacionalizado para el siguiente año

Se recomienda utilizar este mismo procedimiento base para realizar futuros análisis de este tipo.

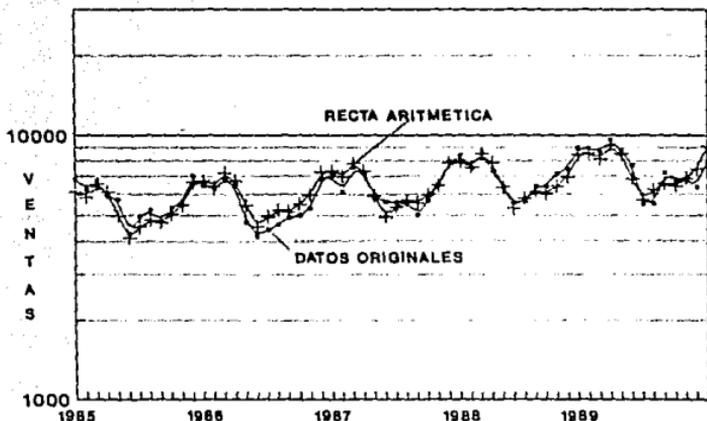
NOTA: Los datos fueron obtenidos de la Tabla 6.1.

- 1) Graficar las ventas mensuales (Gráfica 6.2)
- 2) Examinar los datos y seleccionar la curva de tendencia que se ajuste mejor a los movimientos de las ventas durante el periodo. Para este ejemplo se utilizará una línea recta aritmética ajustada a las ventas desestacionalizadas.

La ecuación de la recta es:

$$Y' = 6,442.14 + 21.39 X$$

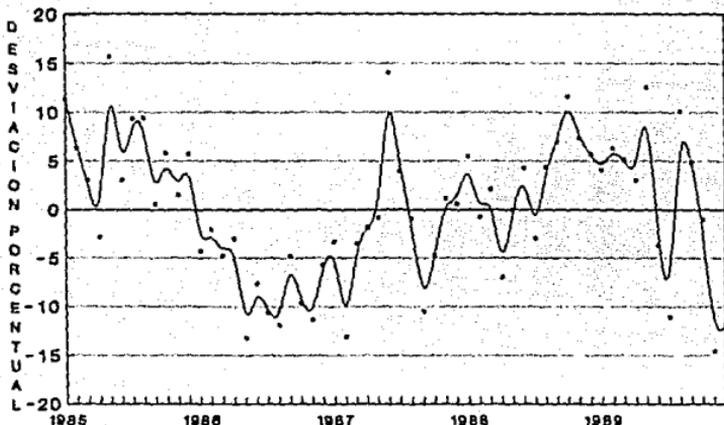
GRAFICA 6.2
COMPARACION DE LAS VENTAS REALES
ORIGINALES Y LOS ESTIMADOS MEDIANTE LA
LINEA DE TENDENCIA AJUSTADA



Esta ecuación dice que la tendencia de las ventas mensuales es 6,442.14 unidades, se incrementa a una tasa de 21.39 unidades por mes.

- 3) Con esta ecuación se calculan los valores de la tendencia mensual. Estos valores se muestran en la columna Y' de la Tabla 6.7.
- 4) Multiplicar los valores de Y' por su correspondiente índice de estacionalidad. Los resultados aparecen en la columna Y's de la Tabla 6.7. Los índices utilizados aquí fueron los calculados por medio del método de promedios móviles. Estos índices se muestran en la última columna de la Tabla 6.5.
- 5) Calcular las desviaciones entre los datos originales y los datos estimados por Tendencia y Estacionalidad. Estas desviaciones se expresan en porcentajes (última columna de la Tabla 6.7).
- 6) Graficar tanto los datos de la columna 8, Tabla 6.7 como los datos originales en un mismo plano. Esto muestra que tan bien se ajusta la curva calculada a los datos reales (Gráfica 6.2).
- 7) Graficar los datos de la columna 9, Tabla 6.7. Para este efecto se recomienda trazar una línea horizontal con valor $Y = 0$ (Gráfica 6.3).

GRAFICA 6.3
DESVIACION PORCENTUAL:
DATOS REALES VS. ESTIMADOS



La gráfica 6.3 muestra los residuales una vez eliminados los factores de Tendencia y Estacionalidad de los datos originales. Entonces quedan al descubierto los factores Cíclico e Irregular para análisis posteriores.

- 8) Para obtener un pronóstico de ventas para el próximo año se calculan los valores mensuales de la tendencia para los próximos doce meses. Estos valores se multiplican por su correspondiente índice estacional. En este ejemplo, las proyecciones para 1990 se muestran al final de la Tabla 6.7.

TABLA 6.7
ANALISIS DE SERIES DE TIEMPO

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
AÑO	MES	X	VENTAS	INDICE ESTA- CIONAL	VENTAS DESES- TAC.	Y'	Y's	Y/Y's
85	ENE	-59	6,813	1.1822	5,763	5,180	6,124	11.25
	FEB	-57	6,219	1.1199	5,553	5,223	5,849	6.32
	MAR	-55	6,750	1.2448	5,423	5,266	6,555	2.98
	ABR	-53	5,949	1.1533	5,158	5,309	6,122	-2.83
	MAY	-51	5,824	0.9247	6,190	5,351	4,948	15.67
	JUN	-49	4,257	0.7658	5,559	5,394	4,131	3.05
	JUL	-47	4,941	0.8309	5,947	5,437	4,518	9.37
	AGO	-45	5,229	0.8726	5,992	5,480	4,782	9.36
	SEP	-43	4,734	0.8522	5,555	5,522	4,706	0.59
	OCT	-41	5,328	0.9047	5,889	5,565	5,035	5.82
	NOV	-39	5,544	0.9738	5,693	5,608	5,461	1.52
	DIC	-37	7,020	1.1753	5,973	5,651	6,641	5.70
86	ENE	-35	6,444	1.1822	5,451	5,694	6,731	-4.26
	FEB	-33	6,291	1.1199	5,617	5,736	6,424	-2.07
	MAR	-31	6,849	1.2448	5,502	5,779	7,194	-4.79
	ABR	-29	6,516	1.1533	5,650	5,822	6,714	-2.95
	MAY	-27	4,707	0.9247	5,090	5,865	5,423	-13.20
	JUN	-25	4,176	0.7658	5,453	5,907	4,524	-7.69
	JUL	-23	4,419	0.8309	5,318	5,950	4,944	-10.62
	AGO	-21	4,608	0.8726	5,281	5,993	5,229	-11.88
	SEP	-19	4,896	0.8522	5,745	6,036	5,144	-4.82
	OCT	-17	7,968	0.9047	5,491	6,079	5,499	-9.66
	NOV	-15	5,283	0.9738	5,425	6,121	5,961	-11.37
	DIC	-13	6,831	1.1753	5,812	6,164	7,245	-5.71
87	ENE	-11	7,092	1.1822	5,999	6,207	7,338	-3.35
	FEB	-9	6,084	1.1199	5,433	6,250	6,999	-13.07
	MAR	-7	7,560	1.2448	6,073	6,292	7,833	-3.48
	ABR	-5	7,173	1.1533	6,220	6,335	7,306	-1.83
	MAY	-3	5,850	0.9247	6,326	6,378	5,898	-0.81
	JUN	-1	5,607	0.7658	7,322	6,421	4,917	14.03
	JUL	1	5,580	0.8309	6,716	6,464	5,371	3.90
	AGO	3	5,625	0.8726	6,446	6,506	5,677	-0.92
	SEP	5	4,995	0.8522	5,861	6,549	5,581	-10.50
	OCT	7	5,679	0.9047	6,277	6,592	5,964	-4.77
	NOV	9	6,534	0.9738	6,710	6,635	6,461	1.13
	DIC	11	7,893	1.1753	6,716	6,677	7,848	0.57
88	ENE	13	8,379	1.1822	7,088	6,720	7,945	5.47
	FEB	15	7,515	1.1199	6,710	6,763	7,574	-0.78
	MAR	17	8,649	1.2448	6,948	6,806	8,472	2.09
	ABR	19	7,344	1.1533	6,368	6,849	7,898	-7.02
	MAY	21	6,372	0.9247	6,891	6,891	6,372	-0.01

TABLA 6.7 (Cont...)

ANALISIS DE SERIES DE TIEMPO

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
AÑO	MES	X	VENTAS	INDICE ESTA- CIONAL	VENTAS DESES- TAC.	Y'	Y's	Y/Y's
	JUN	23	5,535	0.7658	7,228	6,934	5,310	4.24
	JUL	25	5,625	0.8309	6,770	6,977	5,797	-2.97
	AGO	27	6,390	0.8726	7,323	7,020	6,125	4.32
	SEP	29	6,435	0.8522	7,551	7,062	6,019	6.92
	OCT	31	7,173	0.9047	7,929	7,105	6,428	11.59
	NOV	33	7,470	0.9738	7,671	7,148	6,961	7.32
	DIC	35	8,937	1.1753	7,604	7,191	8,451	5.75
89	ENE	37	8,901	1.1822	7,529	7,234	8,551	4.09
	FEB	39	8,658	1.1199	7,731	7,276	8,149	6.25
	MAR	41	9,576	1.2448	7,693	7,319	9,111	5.11
	ABR	43	8,748	1.1533	7,585	7,362	8,490	3.03
	MAY	45	7,704	0.9247	8,331	7,405	6,847	12.52
	JUN	47	5,490	0.7658	7,169	7,447	5,703	-3.74
	JUL	49	5,535	0.8309	6,661	7,490	6,224	-11.06
	AGO	51	7,236	0.8726	8,292	7,533	6,573	10.08
	SEP	53	6,768	0.8522	7,942	7,576	6,456	4.83
	OCT	55	6,822	0.9047	7,541	7,619	6,892	-1.02
	NOV	57	6,372	0.9738	6,543	7,661	7,461	-14.59
	DIC	59	7,992	1.1753	6,800	7,704	9,055	-11.74
ESTIMADO								
90	ENE	61		1.1822		7,747	9,158	
	FEB	63		1.1199		7,790	8,724	
	MAR	65		1.2448		7,832	9,750	
	ABR	67		1.1533		7,875	9,082	
	MAY	69		0.9247		7,918	7,322	
	JUN	71		0.7658		7,961	6,096	
	JUL	73		0.8309		8,003	6,650	
	AGO	75		0.8726		8,046	7,021	
	SEP	77		0.8522		8,089	6,893	
	OCT	79		0.9047		8,132	7,357	
	NOV	81		0.9738		8,175	7,960	
	DIC	83		1.1753		8,217	9,658	

CAPITULO VII

ESTUDIO DE SEGUIMIENTO Y PRONOSTICOS UTILIZANDO TOTALES MOVILES - 12 MESES

En el capítulo VI se mostró que los promedios móviles forman una base ideal para la medición de la Estacionalidad y el cálculo de los índices estacionales dada la propiedad de suavizar las fluctuaciones de una serie. Como se recordará, para obtener los promedios móviles antes es necesario calcular los totales móviles.

Los totales móviles poseen las mismas propiedades de suavizamiento que los promedios móviles, y es por esta razón que son comúnmente utilizados para pronosticar y hacer estudios de seguimiento de la Tendencia.

Debido a que la Planeación en las compañías generalmente se hace a un año, los totales móviles más utilizados son a doce meses. Estos totales proporcionan una indicación inmediata de cómo se están desarrollando las ventas de los últimos doce meses en cualquier momento dado. Por lo tanto una vez al año, al final de diciembre, el total móvil-12 meses es igual a las ventas totales anuales.

Dado que los totales móviles - 12 meses eliminan automáticamente las fluctuaciones estacionales y proveen un reflejo justo de la tendencia, son utilizados frecuentemente para pronósticos y estudio de seguimiento de Tendencias.

En este capítulo se analizarán los totales móviles a detalle, ya que con frecuencia son erróneamente utilizados. Los usuarios de este método deberán estar enterados de aquellas "trampas" que pueden afectar seriamente sus análisis de mercado y planeación del futuro.

7.1 UTILIZACION DE LOS TOTALES MOVILES - 12 MESES COMO HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO

Para mostrar las principales características de los totales móviles se considera un ejemplo tomando las ventas de 17 meses de un producto X. El ejemplo es hipotético pero ilustrativo.

Los totales móviles-12 meses se calcularon empezando con el período Agosto 1985 - Julio 1986. Dado que los totales móviles son representativos de las condiciones promedio durante el período de doce meses, estos son centrados en la mitad del período; en este caso entre enero y febrero '86. En la Tabla 7.1 se muestran los totales móviles a partir del séptimo mes del período. Los totales móviles mostrados

en esta Tabla son técnicamente incorrectos. Dado que el error es muy pequeño, la corrección fue omitida con el objeto de enfocarnos en los puntos principales del caso. El procedimiento para centrar correctamente estos totales está expuesto en el capítulo VI, Tabla 6.3.

El hecho más importante aquí es comprender que el punto inicial de la serie de totales móviles siempre estará retrasado con respecto al último mes del periodo.

Desafortunadamente muchos usuarios desconocen esta característica y tienden a asociar el total móvil con el último dato disponible.

Frecuentemente el total móvil más reciente es colocado en el renglón del último mes de información; este serio error conceptual puede llevar a graves distorsiones en la interpretación de la información.

TABLA 7.1

VENTAS MENSUALES AGOSTO 1985 - DICIEMBRE 1986
(MILES DE UNIDADES)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
AÑO	MES	VENTAS	TOTAL MOVIL - 12 MESES	VENTAS	TOTAL MOVIL - 12 MESES
1985	AGO	306		306	
	SEP	342		342	
	OCT	396		396	
	NOV	414		414	
	DIC	576		576	
1986	ENE	360		360	
	FEB	342	4,770	342	4,770
	MAR	729	4,833	729	4,833
	ABR	387	4,905	387	4,905
	MAY	324	4,986	324	4,885
	JUN	270	5,067	270	4,865
	JUL	324	5,184	324	4,836
	AGO	369		369	
	SEP	414		414	
	OCT	477		376	
	NOV	495		393	
	DIC	693		547	

La columna 2 de la Tabla 7.1 ilustra una situación en que las ventas totales del segundo año son 20% mayor a las del primero; i.e. las ventas de agosto '86 son aproximadamente 20% mayores que las de agosto '85 y así sucesivamente. Para

ver el efecto de este crecimiento en el total móvil se considera el mes de septiembre '86.

En la Tabla 7.2 se puede observar que aunque las ventas de septiembre '86 reflejan un incremento del 21% sobre el mismo mes del año anterior, el total móvil solo muestra un incremento de 1.5% Vs. el de agosto. Además después de cinco meses de crecimiento estable, el total móvil se ha incrementado únicamente un 8.7%.

TABLA 7.2

EFFECTO DEL CRECIMIENTO EN VENTAS SOBRE LOS TOTALES MOVILES
(MILES DE UNIDADES)

	VENTA MENSUAL	INCREMENTO	
		PESOS	PORCENTAJE
SEPTIEMBRE 1985	342		
SEPTIEMBRE 1986	414	72	21.05%
	TOTAL MOVIL 12 MESES	INCREMENTO	
		PESOS	PORCENTAJE
HASTA AGOSTO 1986	4,833		
HASTA SEPTIEMBRE 1986	4,905	72	1.49%

Los usuarios difícilmente notarán estos pequeños porcentajes de incremento hasta que el "momentum" dure lo suficiente para hacerlos visibles.

Si el crecimiento mensual se ha mantenido estable en 20%, el total móvil mostrará incrementos que se aproximan gradualmente a este valor, el cual se alcanzará completamente en el décimo segundo mes. Así el crecimiento real se ve solamente si la comparación se hace con el total móvil del décimo segundo mes del año anterior, es decir, el total móvil hasta diciembre '86 entre el total móvil hasta diciembre '85.

Con este ejemplo queda claro que los totales móviles son relativamente insensibles al utilizarlos como instrumento de seguimiento. Esto es aún más peligroso en el caso que se presente un decremento en las ventas, situación que los gerentes deberían de identificar a tiempo para tomar medidas correctivas.

Las últimas tres cifras de la columna 4 Tabla 7.1 se ajustaron para mostrar una disminución repentina en las ventas. En lugar de incrementarse en 20% las ventas son ahora 5% menores a las de los mismos meses del año anterior. En otras palabras la tendencia mantenida hasta septiembre '86 ha sido revertida a partir de octubre de '86 por un factor del 25%. En la Tabla 7.3 se puede ver que este cambio repentino conduce a una baja en el total móvil de sólo .41% lo cual no es realmente indicativo del problema en el que se encuentra.

TABLA 7.3

EFFECTO DE LA DISMINUCION EN VENTAS SOBRE LOS TOTALES MOVILES
(MILES DE UNIDADES)

	VENTA MENSUAL	INCREMENTO	
		PESOS	PORCENTAJE
OCTUBRE 1985	396		
OCTUBRE 1986	376	(20)	- 5.05%
	TOTAL MOVIL 12 MESES		INCREMENTO PORCENTAJE
HASTA SEPTIEMBRE 1986	4,905		
HASTA OCTUBRE 1986	4,885	(20)	- 0.41%

Este ejemplo definitivamente es extremo. Si cambios del 25% en la Tendencia no son reflejados en un principio por los totales móviles, cambios de menos magnitud serian prácticamente imperceptibles, por lo que este método no será de gran utilidad si se busca seguir el movimiento del mercado.

Un corolario importante de la discusión anterior sobre el seguimiento de una tendencia se relaciona con el valor de monitorear las ventas únicamente. El propósito de este

monitoreo es usualmente notar situaciones imprevistas. Esto involucra una comparación de las ventas reales contra algún valor predeterminado que representa el nivel de ventas que debería ser alcanzado dadas ciertas condiciones de mercado y programas de acción. Este valor predeterminado es lo que se llama pronóstico.

Lo importante de remarcar en este punto es que ningún hecho puede interpretarse aisladamente sino que tiene que estar relacionado con algún otro hecho o conjunto de hechos. Por ejemplo el hecho de que las ventas en un mes dado se incrementen en 10%, no es muy revelador por si solo, en cambio si se espera (pronostica) un incremento del 5%, puede decirse que fue un buen incremento, pero si se pronosticó un 20%, este será un incremento pobre.

El resultado no ha cambiado y sin embargo la interpretación si. Y ya que la interpretación depende en gran medida de que tan buena, relevante y significativa es la cifra esperada, ésta consideración por si sola justificaría el estudio detallado de cómo pronosticar.

7.2 ELABORACION DE UN PRONOSTICO UTILIZANDO LOS TOTALES MOVILES - 12 MESES

Los totales móviles - 12 meses se utilizan algunas veces para obtener pronósticos a corto plazo. Generalmente esto se hace graficando los totales móviles y extendiendo la línea manualmente.

Algunas fuentes argumentan que este método posibilita al usuario a incorporar la última información disponible en el pronóstico. Sin embargo, debe recordarse que los totales móviles están técnicamente centrados 6 meses antes que el último mes del periodo. Además el extender la línea de los totales móviles proporciona un pronóstico anual (últimos doce meses). Por ejemplo una línea de totales móviles cuyo último total está centrado en julio '88, deberá ser extendida a julio '89. La cifra resultante de este punto es una proyección de las ventas totales del año 1989.

Dicho procedimiento tiene todas las desventajas de una gráfica manual: errores ópticos, limitaciones de exactitud debido a la escala, desviaciones por pesimismo u optimismo del autor, etc.. La falta de sensibilidad de los totales móviles con respecto a cambios recientes en la tendencia también debe tomarse en cuenta. Por ejemplo una disminución en las ventas que está en sus etapas iniciales podrá no tener un impacto significativo en la línea al momento de hacer el pronóstico; esto puede llevar a hacer proyecciones demasiado optimistas. Este mismo principio puede aplicarse también en caso de incrementos repentinos.

En resumen, los totales móviles - 12 meses deberán ser utilizados con extrema precaución en la elaboración de un pronóstico y solo para periodos relativamente cortos, doce o dieciocho meses en el futuro. Definitivamente los totales móviles no son apropiados para elaborar pronósticos a largo plazo. Este método deberá ser utilizado en situaciones en las que el usuario tenga la "certeza" de que no existen movimientos bruscos en el mercado ni espera que ocurran en el futuro.

Para evitar conclusiones erróneas debido al comportamiento de los totales móviles, el pronosticador y Gerente de Marca deberán utilizar siempre este método en conjunción con estadísticas mensuales comparando el desempeño actual con el de años anteriores.

CAPITULO VIII

ELABORACION DE PRONOSTICOS UTILIZANDO ANALISIS DE REGRESION

8.1 INTRODUCCION

Los métodos de pronóstico descritos en los capítulos anteriores se han basado principalmente en el desempeño de los datos a lo largo del tiempo. Los pronósticos fueron realizados mediante la proyección de la relación entre los resultados y el factor tiempo. Sin embargo en muchas ocasiones es necesario analizar el movimiento de las ventas a lo largo del tiempo en conjunción con el movimiento de otras variables. Estas variables deberán tener algún tipo de relación causal con las ventas o resultados.

El propósito final de tal análisis es determinar como las variaciones en las variables "dependientes" (ventas, ingresos, participación de mercado, etc.) están relacionadas con las variaciones en las variables "independientes" (incremento en el ingreso disponible, cambios de precios, crecimiento de la población, gastos de mercadotecnia, etc.). Dado que el objetivo básico de esta técnica es medir el grado de correlación entre variables se le llama Análisis de Correlación o alternativamente Análisis de regresión. Este último término se deriva del hecho de que generalmente la relación entre variables se mide mediante el ajuste de una línea de regresión a los datos. Esto es muy semejante al procedimiento de ajustar una línea de tendencia a una serie de Tiempo. Además de ajustar la línea de regresión, este método permite al usuario determinar la "calidad" del ajuste, esto es, el grado en el que contribuye a explicar la varianza de la variable dependiente.

También pueden calcularse rangos de error cuando son varias las variables independientes y es posible determinar la contribución de cada una de estas variables a la explicación total de la varianza.

Los análisis de regresión, en especial los de regresión múltiple, son comúnmente utilizados para realizar estudios económicos y de negocios. Dada la proliferación de software que facilita su aplicación, esta técnica es ya una herramienta básica en el análisis de mercados, en el desarrollo de modelos de Mercadotecnia enfocados a explicar los factores que afectan la demanda de un producto y el pronóstico de la demanda en el futuro.

La ecuación de regresión muestra la relación entre una variable dependiente (ventas, utilidades, etc.) y una o más variables independientes (PIB, población, Gasto de publicidad, Distribución, etc.), midiendo la forma en que una variación en ventas se relaciona con la variación de las

otras variables. Cuando la variable dependiente está correlacionada con sola una variable independiente la regresión es catalogada como simple; cuando se involucra más de una variable independiente entonces la regresión es múltiple. En la práctica cualquier situación real de mercado involucra más de dos variables, por lo cual, la regresión múltiple es mucho más útil que la simple. Por ejemplo, un modelo de pronóstico para cualquier mercado dado podrá fácilmente considerar cuatro variables independientes: Ingresos, Gastos de Publicidad, Inflación, Devaluación, etc.

Al utilizar una ecuación de regresión para pronosticar, los estimados de las variables independientes (o sea, sus valores esperados durante el período) son datos dados, y el pronóstico será la solución de la ecuación sustituyendo estos valores. Esta ecuación puede usarse también para estudiar el efecto que causa un cambio en una variable independiente sobre la variable dependiente. Esto se conoce como Análisis de Sensibilidad. La habilidad para realizar este tipo de análisis, y observar los efectos que tienen las diferentes estrategias en la variable dependiente es lo que realmente hace muy interesante a los modelos de simulación.

8.2 LOGICA DEL ANALISIS DE REGRESION

El análisis de regresión mide las relaciones en forma de covarianza; es decir, mide hasta que grado las variaciones de una variable están asociadas con las variaciones en otras variables.

En la regresión simple existe una variable dependiente y una independiente, y su relación es de la forma:

$$Y = f(X)$$

en donde Y es una función de X; Y es la variable dependiente y X es la variable independiente.

En la regresión múltiple, Y está relacionada con varias variables independientes, entonces:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Es importante reconocer que el análisis de regresión maneja correlaciones y no causalidades: La técnica no hace ninguna suposición sobre causas y efectos. Cualquier forma de causalidad es independiente del análisis de regresión y su origen se basa en explicaciones lógicas. La función matemática $Y = f(X)$, es meramente una conveniencia para diferenciar variables dependientes e independientes.

La selección de las variables es decisión del usuario, quien deberá soportar esta decisión con argumentos lógicos. Por ejemplo, frecuentemente se opina que las ventas de un producto son "causadas" por lo extenso de su distribución, en este caso, las ventas (Y) es la variable dependiente y es estimada a partir de los valores de la variable independiente: distribución (X). En notación estadística, esta relación se expresa de la forma:

$$Y = f(X)$$

Por otro lado, también se argumenta que la distribución es realmente una función de las ventas: Si las ventas crecen, las compañías tienden a expandir o mejorar su red de distribución. En este caso, usando la notación anterior:

$$X = f(Y)$$

Para efecto de los cálculos no es importante cual es la variable dependiente y cual es la variable independiente pero obviamente esta selección será clave para la interpretación de los resultados.

Es necesario extremar este punto ya que el análisis de regresión es una herramienta muy poderosa para pronosticar, y como cualquier herramienta poderosa, debe ser manejada con sumo cuidado.

El hacer extrapolaciones de relaciones pasadas cuyo origen es solamente coincidental es extremadamente peligroso: solo aplicaciones basadas en suposiciones firmes y lógicas conducen a un buen resultado.

8.3 USOS DEL ANALISIS DE REGRESION

Antes de explicar los cálculos de un análisis de regresión es apropiado considerar cómo este análisis puede proveer de información importante al usuario.

El análisis de regresión se utiliza para determinar si existe o no una relación entre las ventas y otras variables y la forma de esta relación.

Si se descubre que existe una fuerte relación por ejemplo entre las ventas y el PIB per cápita, entonces el pronóstico de este último (que puede obtenerse de fuentes fidedignas) puede utilizarse para estimar las ventas.

Si las ventas están correlacionadas con "causas" como: Publicidad, inflación, devaluación, condiciones meteorológicas, etc., y se identifica una relación estrecha y medible, entonces los coeficientes de esta relación pueden

usarse para hacer estimados de los incrementos o decrementos en ventas dado algún cambio en las variables causales. Además la influencia de varios factores pueden estudiarse separadamente o en combinación.

El análisis de regresión también toma en cuenta la forma en que las variables están relacionadas en el tiempo. En algunos casos la relación entre las variables se mejora si una o más de las variables independientes van a destiempo. Por ejemplo, si la inversión en Publicidad (X) en el período t conduce a incrementos en las ventas (Y) en el siguiente período t+1, entonces esta relación puede ser descrita simbólicamente como:

$$Y_{t+1} = f(X_t)$$

En el caso de la regresión múltiple es posible mediante coeficientes parciales medir la contribución de cada variable independiente al total de la correlación, es decir, determina cuánto de la variación total de la variable dependiente se explica por la variación de cada variable independiente. Esta importante propiedad de la metodología estadística permite seleccionar diferentes variables independientes hasta encontrar las que son realmente relevantes.

Finalmente, el usuario puede determinar la veracidad tanto del modelo como de los pronósticos obtenidos. Mediante la inferencia estadística se pueden especificar rangos de error utilizando el cálculo de los errores estandard del estimado e intervalos de confianza.

Al igual que las líneas de tendencia, las líneas de regresión también serán ajustadas mediante el método de mínimos cuadrados.

8.4 TIPOS DE CORRELACION

El primer paso en el análisis de correlación es graficar los datos usando el eje Y para la variable dependiente y el eje X para la variable independiente. Cada punto representa un par de datos, por ejemplo, las ventas y temperatura en un mes dado. La gráfica revelará rápidamente si existe o no correlación.

Algunos posibles tipos de correlación se muestran en la gráfica 8.1:

- a) No existe correlación
- b) Correlación lineal positiva - relación moderada
- c) Correlación lineal positiva - relación fuerte
- d) Relación creciente positiva (curva)
- e) Relación lineal inversa
- f) Relación curvilínea

CORRELACION POSITIVA Vs. CORRELACION INVERSA

Una correlación se dice que es positiva cuando a valores crecientes de Y tienden a asociarse valores crecientes de X. Cuando valores crecientes de Y tienden a asociarse con valores decrecientes de X la correlación es inversa.

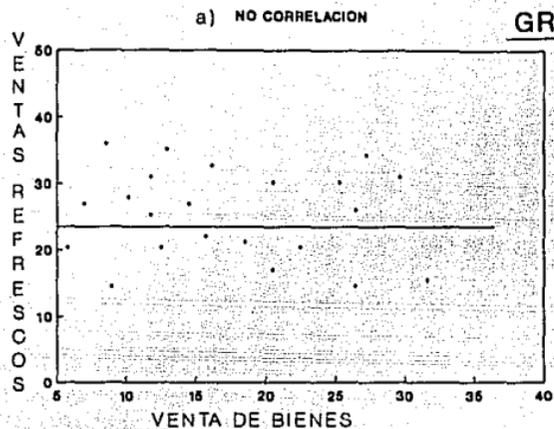
CORRELACION LINEAL Vs. CORRELACION NO-LINEAL

Como se sabe, se pueden ajustar varios tipos de curvas a un conjunto de datos (ver Gráfica 8.1). Dado que es mucho más fácil trabajar con rectas que con curvas, en algunas ocasiones es conveniente transformar los valores de una o más variables si de esta transformación se obtiene una relación lineal. Las transformaciones más comunes son logaritmos, raíces cuadradas, elevar al cuadrado, obtener recíprocos, etc.. La linealidad del logaritmo puede verificarse graficando X en una escala logarítmica.

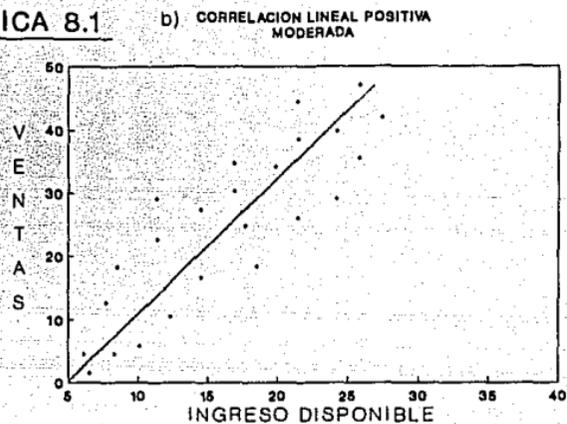
La relación mostrada en la Gráfica 8.1 d puede ser transformada en una relación lineal obteniendo el logaritmo de la variable X. Relaciones curvilíneas pueden aparecer en casos de rendimientos marginales decrecientes; por ejemplo, si la Publicidad se incrementa por arriba del nivel de saturación, probablemente esto no redundará en su correspondiente incremento en ventas.

CORRELACION TOTAL, MULTIPLE Y PARCIAL

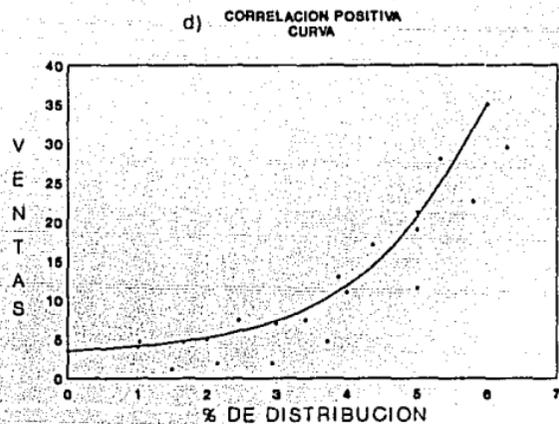
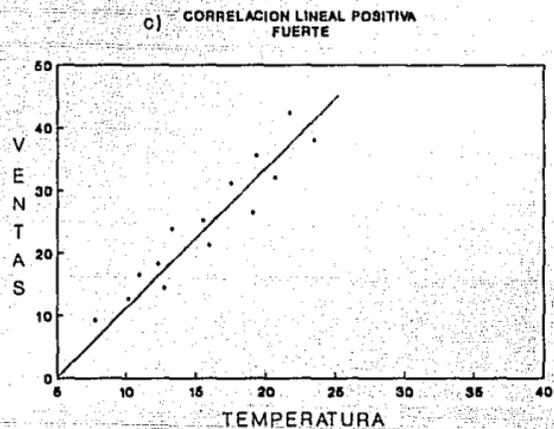
La intensidad de la correlación entre X y Y se mide por el coeficiente de correlación r. Cuando existen dos o más variables independientes (X), el coeficiente de correlación múltiple R mide la correlación total, y el efecto de cada una de las variables X se mide con los coeficientes parciales.



GRAFICA 8.1

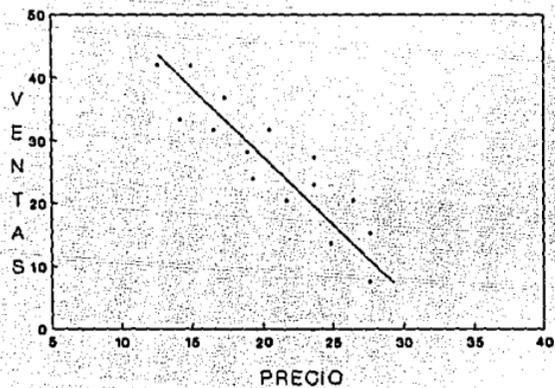


TIPOS DE CORRELACION

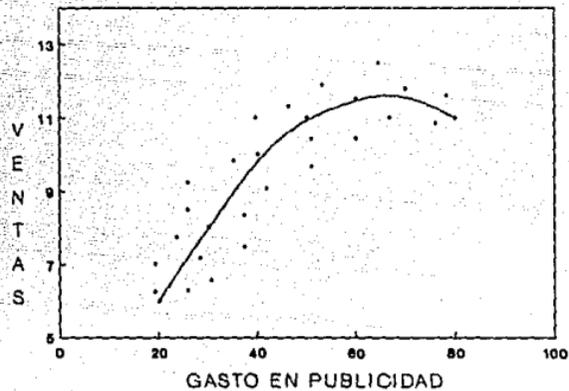


GRAFICA 8.1 CONT...

e) CORRELACION LINEAL INVERSA



f) CORRELACION CURVILINEA



TIPOS DE CORRELACION

CORRELACION Y TIEMPO

El análisis de regresión frecuentemente involucra la correlación de variables que por su naturaleza son realmente Series de Tiempo. Entonces el par de datos consiste en un evento conjunto en un periodo de tiempo dado. La dimensión tiempo raramente aparece en una gráfica excepto en casos en que los puntos están etiquetados. Sin embargo, el factor tiempo no debe de ser despreciado ya que este puede causar ciertos problemas en la interpretación y así concluir erróneamente.

Primeramente, si dos series están relacionadas en el tiempo es posible mejorar la correlación trasladando una o más variables en el tiempo. Esto se llama rezago y el efecto de retraso se revela rápidamente si las dos o más series se grafican como series de tiempo en la misma gráfica. Si las dos series parecen coincidir mejor cuando una de ellas se mueve horizontalmente a lo largo del eje del tiempo, entonces se utiliza una función de retraso para el análisis. Por ejemplo, si asumimos que los gastos de publicidad (P) requieren un periodo de tiempo (t) para generar su efecto completo en ventas (V), entonces las ventas deberán empatarse con los gastos de publicidad del periodo anterior, es decir:

$$V_t = f(P_{t-t})$$

En segundo lugar, si dos o más series de tiempo están correlacionadas, existe el peligro de que las series estén relacionadas pero no una con la otra, sino solamente con el tiempo. Si ambas series crecen rápidamente, tenderán a mostrar una alta correlación dado que ambas se incrementan en el tiempo. Para evaluar esta posibilidad, el procedimiento común es remover la tendencia de ambos conjuntos de datos y correlacionar los residuales. Si las variables realmente están relacionadas, la correlación de los residuales deberá mostrar casi tan alto el valor de r como el obtenido antes de remover las tendencias. Si no existe relación, los residuales estarán dispersos aleatoriamente.

8.5 CORRELACION SIMPLE

La correlación simple relaciona una variable dependiente y una variable independiente. En la Tabla 8.1 se muestran los datos reales de venta diaria de miles de cajas de refresco y la temperatura máxima alcanzada durante ese día.

TABLA 8.1

CALCULO DE LA LINEA DE REGRESION POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS
VENTAS (000'S CAJAS) Y TEMPERATURAS (°C) DIARIAS

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
°C (X)	VENTAS (Y)	XY	X ²	Y ²	Y'	(Y-Y')	(Y- \bar{Y}) ²	(X- \bar{X}) ²
14.4	9.0	130.0	208.6	81.0	10.8	3.4	4.9	1.3
5.0	8.6	43.0	25.0	74.0	7.6	0.9	6.9	25.0
33.9	17.8	603.2	1148.5	316.8	17.4	0.1	43.3	1148.5
31.7	15.8	500.3	1002.8	249.6	16.7	0.8	21.0	1002.8
32.8	16.8	550.7	1074.4	282.2	17.1	0.1	31.1	1074.4
20.6	13.2	271.3	422.5	174.2	12.9	0.1	3.9	422.5
10.0	9.8	98.0	100.0	96.0	9.3	0.2	2.0	100.0
11.7	9.6	112.0	136.1	92.2	9.9	0.1	2.6	136.1
6.7	8.6	57.3	44.4	74.0	8.2	0.2	6.9	44.4
22.2	15.2	337.8	493.8	231.0	13.5	3.0	15.8	493.8
15.0	11.8	177.0	225.0	139.2	11.0	0.6	0.3	225.0
5.6	15.4	393.6	653.1	237.2	14.6	0.6	17.5	653.1
21.1	11.2	236.4	445.7	125.4	13.1	3.6	0.0	445.7
1.1	5.6	6.2	1.2	31.4	6.3	0.5	31.6	1.2
13.9	10.2	141.7	192.9	104.0	10.6	0.2	1.0	192.9
-2.8	5.4	-15.0	7.7	29.2	5.0	0.2	33.9	7.7
27.2	15.2	413.8	741.0	231.0	15.2	0.0	15.8	741.0
2.8	6.8	18.9	7.7	46.2	6.9	0.0	19.5	7.7
13.3	12.0	160.0	177.8	144.0	10.5	2.4	0.6	177.8
5.6	6.4	35.6	30.9	41.0	7.8	2.0	23.2	30.9
311.7	224.4	4271.8	7139.2	2799.8	224.4	18.9	282.0	6931.9
15.6	11.2	MEDIA						

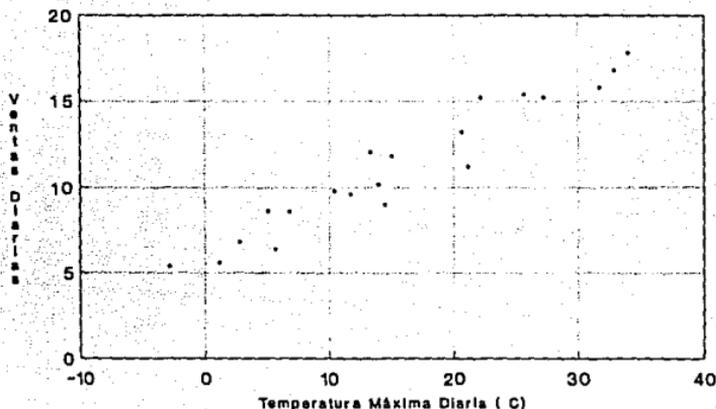
Por ejemplo, puede asumirse que las ventas están relacionadas con la temperatura, más específicamente, que las ventas son mayores cuando la temperatura aumenta. Con ayuda del análisis de regresión:

- 1) Se verá si esta suposición es cierta, y si lo es,
- 2) Se medirá la forma e intensidad de esta relación

Si llegara a existir una relación intensa, entonces se podrían pronosticar las ventas en base a un pronóstico de la temperatura para un día específico.

Para desarrollar este análisis, el primer paso será construir una gráfica como la que aparece en la Gráfica 8.2,

GRAFICA 8.2
DIAGRAMA DE DISPERSION
Ventas Diarias y Temperatura Máxima



en donde cada punto representa: las ventas para un día y la temperatura correspondiente. En la gráfica se puede identificar el tipo de relación que existe entre ambas variables. El siguiente paso será medir esta relación mediante la técnica de mínimos cuadrados.

8.5.1 LINEA DE REGRESION POR MINIMOS CUADRADOS

Como ya se ha explicado en el capítulo V, la ecuación general de una línea recta es de la forma:

$$Y' = a + bX$$

Se sabe también que los valores de los coeficientes a y b se obtienen solucionando el siguiente sistema de ecuaciones normales:

$$\begin{aligned} \text{I} \quad \Sigma Y &= na + b \Sigma X \\ \text{II} \quad \Sigma XY &= a \Sigma X + b \Sigma X^2 \end{aligned}$$

en donde:

a = la ordenada al origen (el valor de Y cuando $X = 0$)
 b = la pendiente de la recta, y
 n = número de pares de datos

Utilizando los datos de la Tabla 8.1 se realiza el cálculo de coeficientes:

$$I \quad 224.4 = 20 a + 312 b$$

$$II \quad 4,271.8 = 312 a + 7,139 b$$

Multiplicando la ecuación I por 78 y la ecuación II por 5 se obtiene:

$$I \quad 17,503 = 1,560 a + 24,336 b$$

$$II \quad 21,359 = 1,560 a + 35,696 b$$

Restando la ecuación I de la ecuación II:

$$3,855 = 11,360 b$$

De donde:

$$b = \frac{3,855}{11,360}$$

$$b = .3394$$

Sustituyendo el valor de b en la ecuación I se tiene:

$$17,503 = 1,560 a + 24,336 (.3394)$$

Despejando a:

$$a = \frac{17,503 - 8,260}{1,560}$$

$$a = 5.93$$

Por lo tanto:

$$Y' = 5.93 + .3394X$$

Para estimar con esta ecuación, se sustituye simplemente la temperatura esperada del día (i.e. el valor X) en la fórmula y se resuelve para Y'. Por ejemplo, si la temperatura estimada para mañana es de 27 grados, entonces el pronóstico será:

$$Y' = 5.93 + .3394 (27)$$

$$Y' = 15.09 \text{ mil cajas}$$

En este ejemplo las ventas es la variable dependiente Y y la temperatura es la variable independiente X. Los valores de a y b son: 5.93 y .3394 respectivamente. Por lo tanto, la línea de regresión Y' estará definida por la ecuación:

$$Y' = 5.93 + .3394X$$

En conclusión, las ventas mensuales se incrementan en 339.4 cajas por cada grado que aumente la temperatura. El valor de a es simplemente el valor de Y' cuando X es igual a cero.

8.5.2 EVALUACION DE LA LINEA DE REGRESION

Una vez teniendo ya la línea de regresión y su interpretación, solo falta saber que tan bien ó mal se ajusta a los datos originales.

En esencia, "la calidad" de la ecuación de regresión como base de pronóstico dependerá de la cercanía que ésta presente con respecto a los datos originales. Si los valores originales de Y se encuentran un tanto retirados de la línea Y', entonces los estimados de Y basados en la ecuación pueden no ser muy buenos. En cambio, si los puntos se encuentran relativamente cercanos a la línea, entonces los estimados deberán de ser lo suficientemente precisos.

La dispersión de las observaciones originales con respecto a la línea de regresión se mide por medio del error estandard de la estimación: "Syx".

$$Syx = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{n-2}}$$

donde n es el número de pares de datos.

El error estandard representa para la línea de regresión, lo que la desviación estandard representa para una distribución de probabilidad. La desviación estandard de una variable X mide el grado promedio de dispersión de las observaciones con respecto a su media X. Dado que la línea de regresión Y' mide la relación "promedio" entre dos variables X y Y, Syx mide la dispersión con respecto a Y'. Utilizando los datos de la Tabla 8.1 se tiene:

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{18.9}{18}}$$

$$S_{yx} = \sqrt{1.05}$$

$$S_{yx} = 1.02$$

Así el error estandar o la desviación promedio con respecto a la línea es 1.02 mil cajas. El error estandar de la estimación se utiliza generalmente para obtener los rangos de error que un pronóstico tiene a diferentes niveles de confianza.

Se sabe que aproximadamente el 66% de los puntos de una distribución X se encuentran comprendidos en el intervalo $X \pm 1$ desviación estandar; por ende, cerca de dos terceras partes de los datos originales se posicionarán en el intervalo $Y' \pm S_{yx}$. Este intervalo así como sus límites son llamados de confianza. Complementando la idea anterior, cerca del 95 y 99.7% de los puntos estarán contenidos en los intervalos $Y' \pm 2S_{yx}$ y $Y' \pm 3S_{yx}$ respectivamente. (1)

Los intervalos de confianza para las ventas esperadas del día en que la temperatura sea de 27 grados son:

- Con 67.0% de confianza $15.09 \pm 1.02 = 14.07$ a 16.11
- Con 95.0% de confianza $15.09 \pm (2) 1.02 = 13.05$ a 17.13
- Con 99.7% de confianza $15.09 \pm (3) 1.02 = 12.03$ a 18.15

Así, dado un pronóstico de temperatura de 27 grados, se puede estar un 67% confiado (i.e. existe una posibilidad en tres de estar equivocado) de que las ventas del día estarán entre 14.07 y 16.11 mil cajas; o 95% confiado (i.e. existe una posibilidad en veinte de estar equivocado) en que estas ventas estarán entre 13.05 y 17.13 mil cajas, o casi seguro de que las ventas estarán entre 12.03 y 18.15 mil cajas.

(1) La utilización de intervalos de confianza supone que las desviaciones con respecto a la línea son aleatorias.

Como se puede observar en este ejemplo, al momento de incrementar la confiabilidad (i.e. a medida que decrece el riesgo de error), la precisión del estimado decrece automáticamente (i.e. el intervalo de confianza es mayor). Este intercambio entre precisión y confiabilidad es inherente en todas las inferencias estadísticas, por lo que el nivel apropiado de confianza deberá seleccionarse con sumo cuidado. En trabajos científicos, niveles de confianza entre el 95 y el 99% son comunes; sin embargo, en el mundo de los negocios se aceptan niveles de confianza más bajos (como 90%), bajo la suposición de que incurrir en "errores no estadísticos" (riesgos e incertidumbres en el mercado) frecuentemente es mucho más importante y peligroso que incurrir en el error estadístico.

No obstante que al final del procedimiento se obtiene solo una serie de intervalos de confianza, el método de regresión provee mayor exactitud en los pronósticos que cualquier otro método visto hasta ahora. Esto se discutirá a continuación.

Se puede ver que así como el nivel de riesgo decrece de 33 a 5%, el tamaño del intervalo de confianza se triplica de 2.04 a 6.12 mil cajas. Supóngase que esta relación entre las ventas y la temperatura no fuera conocida y que la única información disponible para el pronosticador fueran las ventas diarias. Entonces el pronóstico tendría que basarse únicamente en el promedio de ventas y la variación promedio de cada día con respecto a ese promedio. De la Tabla 8.1 se tienen que:

$$\bar{Y} = 11.2$$

la desviación estándar de Y (Sy) se calcula a partir de:

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - \bar{Y})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{282}{19}} = \sqrt{14.84} = 3.85$$

Se sabe ya que el 67% de los valores estarán comprendidos dentro del intervalo $\bar{Y} \pm S_y$ y que alrededor del 95% lo estarán dentro del intervalo $\bar{Y} \pm 2S_y$.

En resumen: Los intervalos de confianza para ambos ejercicios suponiendo una confiabilidad del 95% son:

- 1) Sin correlación: $11.22 \pm 2(3.85) = 3.52$ a 18.93
- 2) Con correlación: $15.09 \pm 2(1.02) = 13.05$ a 17.13

Dos puntos son inmediatamente evidentes:

- 1) Mediante el uso de la ecuación de regresión, el error estandard ha sido reducido de 3.85 a 1.02, resultando un estimado de mayor precisión a cualquier nivel de confianza dado.
- 2) Con la identificación y medición de una de las "causas" que provocan las ventas, una fuente de variación específica ha sido explicada. En este caso, la precisión del pronóstico se mejora incorporando el efecto de la variable temperatura a través de la ecuación de regresión.

Además la ecuación de regresión puede ser utilizada para dar respuesta a preguntas tales como:

- Hasta que grado unos resultados desfavorables en la variable dependiente se deben a condiciones desfavorables en la variable independiente.
- El grado en que un nuevo programa de Mercadotecnia ha sido exitoso, sin considerar los efectos positivos o negativos que la variable independiente tuvo en el periodo.

8.5.3 INTENSIDAD DE LA RELACION

Hasta ahora esta sección ha mostrado como ajustar una línea de regresión y como usar la relación (y la ecuación) para elaborar un pronóstico. Sin embargo, aún no se sabe si esta relación es lo suficientemente estrecha para inferir los valores de una variable en base, a los valores de la otra. En otras palabras, no se sabe cuánto de la variación total de la variable dependiente (Y), puede ser explicada por las variaciones de la variable independiente (X).

La intensidad de la relación entre dos variables se mide mediante un estadístico llamado coeficiente de correlación (r); La fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$r = \sqrt{1 - \frac{S^2_{yx}}{S^2_y}}$$

El valor de r puede variar de +1 para una perfecta correlación positiva hasta -1 para una perfecta correlación inversa. Cuanto más estrecha sea la relación, más cercano estará r de ± 1 ; si no existe relación entre

las dos variables, entonces $r = 0$. El signo de r es el mismo que el de b en la ecuación de regresión, y se le asigna después de calcular su valor mediante la fórmula anterior.

El coeficiente de correlación mide qué tanto de la variabilidad de Y es explicada por la variabilidad de X . Otra medida comúnmente utilizada para describir la intensidad de la relación es el coeficiente de determinación (r^2). El valor de este coeficiente representa la proporción de la varianza total de Y que está asociada con la varianza de X . (2)

La fórmula para r^2 es:

$$r^2 = 1 - \frac{S^2_{yx}}{S^2_y}$$

$$\% \text{ Varianza explicada} = 1 - \frac{\text{Varianza inexplicada}}{\text{Varianza Total}}$$

Utilizando los datos de la Tabla 8.1:

$$r^2 = 1 - \frac{(1.02)^2}{(3.85)^2} = 1 - .0702 = .9298$$

Esto significa que el 93% de la varianza en las ventas es "explicada" por la variación en la temperatura. El coeficiente de correlación r , es la raíz cuadrada de .9298 o sea .9643; y dado que b es positivo en la ecuación de regresión (esta es una relación positiva), el signo de r también es positivo.

- (2) NOTA: Varianza es simplemente el cuadrado de la desviación estandar; Es la medida estadística más común para medir el grado de dispersión de los datos con respecto a su media. Es evidente que la fórmula para obtener r^2 es la misma que la de r solo que elevada al cuadrado. S^2_{yx} es el cuadrado del error estandar, y es la medida de la varianza restante en los datos después de aplicar la correlación, i.e. es la varianza no explicada. S^2_y es la varianza total de los datos originales Y .

8.5.4 SIGNIFICANCIA DEL COEFICIENTE DE REGRESION

Una vez obtenida la ecuación de regresión y el error estándar el siguiente paso es saber si existe una relación estadísticamente significativa entre las variables. Esto requiere probar la significancia del coeficiente b en la regresión. Se recordará que b es la pendiente de la línea de regresión. Si no hay relación entre las variables entonces la línea de regresión es horizontal y $b = 0$.

La prueba para la significancia de b requiere el cálculo de la probabilidad de obtener una b tan grande como la que se obtiene, si el valor "verdadero" de b es cero. Si esta probabilidad es muy pequeña, la hipótesis "nula" $H_0: b = 0$ se rechaza y la hipótesis alternativa $H_1: b \neq 0$ se acepta; es decir, la relación descrita por la línea de regresión es significativa.

Esta prueba involucra un procedimiento de sólo dos pasos:

- 1) Calcular el error estándar de b , S_b :

$$S_b = \frac{S_{yx}}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2}}$$

$$S_b = \frac{1.02}{\sqrt{6,931.9}} = .0123$$

- 2) Dividir b entre su error estándar:

$$\frac{b}{S_b} = \frac{.3394}{.0123} = 27.59$$

En general, si este valor (llamado "valor de t ") es mayor de tres, entonces la probabilidad de que el valor real de b sea cero es menor que .01. Dado que el valor obtenido aquí es 28, esta probabilidad es aún menor. Por lo tanto, la hipótesis nula es rechazada y el análisis puede proseguir sobre la base de que existe una relación significativa entre las variables.

8.6 REGRESION MULTIPLE

Hasta aqui, este capitulo se ha enfocado en correlaciones entre dos variables, una dependiente y una independiente. Cuando se presenta una correlación significativa se muestra que la variable dependiente Y, puede estimarse a partir de valores dados de la variable independiente X con mayor precisión que únicamente utilizando la media y desviación estandard de Y.

Obviamente la elaboración de un pronóstico de cualquier situación real involucra por lo general un mayor número de variables. El análisis de regresión puede extenderse fácilmente y cubrir así situaciones en donde varias variables independientes están correlacionadas con la variable dependiente. Esta técnica es conocida como Regresión Múltiple y representa la parte fundamental de la construcción de modelos económicos y de Mercadotecnia desarrollados para la solución de problemas de un negocio, y para mejorar la precisión de los pronósticos.

Los cálculos aritméticos necesarios para una regresión múltiple se incrementan impresionantemente según se aumenta el número de variable involucradas, por esta razón, la mayoría de las regresiones múltiples se calculan mediante el uso de soft-ware ad-hoc y computadoras. Una vez que se tiene este equipo no es necesario contar con conocimientos profundos de estadística para aplicar esta técnica. Por esta razón, la discusión de la Regresión Múltiple se enfocará principalmente en los conceptos necesarios para una adecuada interpretación de los resultados.

8.6.1 REGRESION CON MAS DE DOS VARIABLES

Cuando dos variables se correlacionan, la línea de regresión tiene una ecuación de la forma:

$$Y' = a + bX$$

y cuando la correlación involucra más de una variable independiente, la ecuación se extiende a:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

en donde:

X_1, X_2, \dots, X_n son las variables independientes; y

b_1, b_2, \dots, b_n son los respectivos coeficientes de regresión para cada una de las variables independientes.

En esta ecuación de regresión múltiple, a representa el valor de Y' cuando todas las X 's son iguales a cero y las b 's son los coeficiente netos de regresión; b muestra el cambio en Y' por un cambio unitario en la variable X si todas las X 's restantes permanecen constantes.

Al igual que en la correlación simple, se pueden calcular los errores estandard de los estimados, los intervalos de confianza y el coeficiente de correlación múltiple. Este último se representa por el símbolo R y siempre es positivo. El coeficiente de determinación múltiple se representa por R^2 y su significado es análogo al de r^2 en la correlación simple.

La determinación de los valores de las constantes (a 's y b 's) en la regresión múltiple involucra la solución de un sistema de ecuaciones normales simultáneas. En este sistema, se necesita una ecuación normal para cada constante en la ecuación de regresión y es claro que cuantas más variables entren en el análisis, más complicados serán los cálculos. Por esta razón, los análisis de Regresión Múltiple se realizan en su totalidad por medio de computadoras, por lo que esta sección se centrará más en la metodología que en los cálculos.

Para ilustrar como opera este método, supóngase que se quiere correlacionar las ventas mensuales de un producto con el gasto en publicidad, el número de establecimientos en donde se vende el producto y el promedio mensual de visitas. Esto en notación funcional, se representa de la siguiente forma:

$$Y' = f(X_1, X_2, X_3)$$

en donde:

Y' = Ventas mensuales

X_1 = Gasto en Publicidad (Miles de dólares)

X_2 = Número de Establecimientos en donde se vende el producto (Miles)

X_3 = Promedio mensual de visitas a establecimientos para entrega del producto

Entonces la línea de regresión tendrá la siguiente forma:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

Dado que cuatro constantes están involucradas en la regresión: a , b_1 , b_2 y b_3 , sus valores se obtendrán solucionando un sistema de cuatro ecuaciones normales simultáneas:

$$\begin{array}{l}
 \text{I} \quad \Sigma Y = na + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 + b_3 \Sigma X_3 \\
 \text{II} \quad \Sigma X_1 Y = a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 + b_3 \Sigma X_1 X_3 \\
 \text{III} \quad \Sigma X_2 Y = a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 + b_3 \Sigma X_2 X_3 \\
 \text{IV} \quad \Sigma X_3 Y = a \Sigma X_3 + b_1 \Sigma X_1 X_3 + b_2 \Sigma X_2 X_3 + b_3 \Sigma X_3^2
 \end{array}$$

Aunque este sigue siendo un caso relativamente fácil, es claro que los cálculos aritméticos empiezan a complicarse, por lo que comúnmente se utilizan programas estandar de computación para su solución.

8.6.2 COEFICIENTES BETA

En una ecuación de regresión múltiple, se sabe que los coeficientes b (llamados coeficientes netos o parciales) miden el cambio en Y por un cambio de magnitud uno en una variable X en particular. Sin embargo, estos coeficientes no pueden ser una medida de la importancia relativa de cada una de las X 's en la explicación de la varianza total de Y , ya que generalmente las X 's están en diferentes unidades: (millones de pesos, ventas en cajas, gasto de publicidad en millones de pesos, porcentaje de distribución, etc). Entonces para que los coeficientes sean directamente comparables se deberán de eliminar primero estas diferencias en magnitud y tipo.

La comparabilidad se obtiene expresando cada coeficiente parcial en términos de su propia desviación estandar. Los valores resultantes son números puros (i.e. ya no son pesos ni porcentajes, etc.) y por lo tanto, directamente comparables. Estos valores son conocidos como coeficientes beta (β) y se definen como sigue:

$$\begin{array}{l}
 \beta_1 = b_1 \frac{Sx_1}{Sy} = b \frac{\Sigma(X_1 - \bar{X})^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2} \\
 \beta_2 = b_2 \frac{Sx_2}{Sy} = b \frac{\Sigma(X_2 - \bar{X})^2}{\Sigma(Y - \bar{Y})^2} \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \text{etc}
 \end{array}$$

El uso de los coeficientes beta es simple e inequívoco. Considérese este ejemplo:

Suponga que los coeficientes beta para una línea de regresión lineal del tipo:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

son los siguientes: $\beta_1 = .60$ y $\beta_2 = .40$, esto es, por cada incremento de una desviación estandard en X_1 , Y' se incrementa por .6 desviaciones estandard, mientras que por cada incremento de una desviación estandard en X_2 , Y' se incrementa por .4 desviaciones estandard. Entonces la influencia de X_1 en Y' es 50% mayor que la influencia de X_2 .

8.6.3 REGRESION MULTIPLE EN VARIOS PASOS

Cuando se utiliza la regresión múltiple para elaborar pronósticos o construir modelos, es importante evaluar tantas variables independientes como sea posible, de tal forma que las variables seleccionadas permitan obtener un valor de R cercano a 1. Mediante la utilización de la computadora es fácil probar rápidamente los efectos que cada una de las variables utilizada tiene en la variable dependiente. Esta técnica se conoce como Regresión por Pasos.

Bajo este procedimiento, se calculan primero los coeficientes de correlación simple (r) para identificar la variable independiente que más contribuye a la explicación de la varianzá total. Después, se agrega una segunda variable independiente a la ecuación de regresión. El proceso de selección se basa principalmente en aquellos que aporten las mayores contribuciones adicionales a la explicación de la varianzá total. La adición de variables se frena hasta que las contribuciones adicionales a R' ya no son significativas.

Es importante "imprimir" los resultados de cada paso del proceso para observar las variables de la ecuación, los coeficientes parciales y la contribución de cada variable a la explicación de la varianzá. Finalmente, se recomienda analizar el comportamiento de los residuales (residuales son las diferencias entre los valores reales y los valores calculados en base a la ecuación), con el objeto de identificar si existe el fenómeno de autocorrelación.

En conclusión, el análisis de regresión por pasos sirve para determinar rápidamente cuales variables de entre varias, son las más apropiadas para elaborar un pronóstico. Algunas ocasiones es necesario transformar las variables en logaritmos o en otras funciones de forma que se obtenga la relación lineal esperada. El racional de dichas transformaciones se muestra en la siguiente sección.

8.6.4 TRANSFORMACIONES

Una línea de regresión de forma:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

supone que la relación descrita es también lineal; por lo tanto, algunas veces es conveniente transformar variables que no estén linealmente relacionadas con la variable dependiente Y , en tal forma que esta relación se vuelva lineal. Por ejemplo, si X está relacionada proporcionalmente a Y , entonces X deberá de ser transformada en logaritmos, ya que la correlación de Y con el $\log X$ producirá una relación lineal-recta.

Otras transformaciones como son raíces cuadradas, elevar al cuadrado, obtener recíprocos, etc. también pueden ser utilizadas. Por ejemplo, una parábola, que es una curva no-lineal, puede ser ajustada mediante una ecuación de regresión múltiple de la forma:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad \text{en donde } X_2 = X_1^2$$

Para encontrar la transformación óptima, el pronosticador deberá probar diferentes formas y seleccionar la que ofrezca el mejor ajuste lineal. Es muy importante que la función seleccionada vaya de acuerdo con el sentido del problema, de tal forma de que si existen decrementos, crecimientos constantes, etc. sean reflejados.

8.7 USO DE ECUACIONES DE REGRESION MULTIPLE PARA PRONOSTICAR

El hecho de que una ecuación de regresión múltiple se ajuste "bien" a los datos, no garantiza automáticamente su utilidad para elaborar pronósticos. Para evaluar la ecuación es necesario revisar los siguientes cinco puntos:

1) NUMERO DE OBSERVACIONES

La confiabilidad de una ecuación de regresión múltiple funcionando como "pronosticador" depende entre otras cosas, de la relación entre el número de observaciones y el número de variables. Cuando existen pocas observaciones, generalmente se obtienen valores altos de r ; sin embargo, esto puede ser más resultado del desempeño de las matemáticas aplicadas que de la relación existente. Una regla general empírica es no usar más de una variable independiente por cada cinco datos. Así, si se tienen veinte datos disponibles la ecuación de regresión no deberá de contener más de cuatro variables independientes.

2) MULTICOLINEARIDAD

Una de las principales suposiciones del método de regresión múltiple, es que las variables independientes son independientes entre sí. Si dos o más de estas variables no son independientes (i.e. están relacionadas) se presenta una condición de multicolinearidad. Esto significa que si bien la ecuación de regresión es válida en términos de correlación total, ésta contiene dos o más factores que están relacionados tanto entre sí como con la variable dependiente. Esta influencia conjunta en la variable dependiente afecta la capacidad predictiva de la ecuación y hace difícil su interpretación. Por lo que si dos o más variables independientes están correlacionadas, solo una de ellas deberá de usarse en la ecuación.

3) AUTOCORRELACION DE RESIDUALES

Otra suposición de la ecuación de regresión es que los residuales deberán de estar dispersos aleatoriamente alrededor de la línea de regresión. Por ejemplo, si la dispersión muestra primeramente un patrón de sobreestimación y después uno de subestimación, entonces algún o algunos factores importantes han sido omitidos en el análisis. La aparición de un patrón específico en el comportamiento de los residuales se llama autocorrelación (es decir, que los residuales están correlacionados entre ellos mismos). Este fenómeno, usualmente sugiere la necesidad de buscar más variables independientes que están sistemáticamente relacionadas a la variable dependiente.

4) INTERDEPENDENCIA

Una ecuación de regresión siempre implica que la influencia de las variables independientes sobre la dependiente, es en una sola dirección. Es decir, un cambio en la variable dependiente jamás provocará un cambio en las variables independientes. Sin embargo, algunas "variables independientes" están también a su vez influenciadas por el volumen alcanzado por la variable dependiente. Por ejemplo, los precios (P) y el presupuesto de publicidad (A), se fijan en razón de alcanzar un cierto nivel de ventas; entonces, tanto los precios y el presupuesto de publicidad son función de las ventas, como las ventas son función de los precios y el presupuesto de publicidad. En otras palabras:

$$V = f(P, A) \quad \text{y} \quad (P, A) = f(V)$$

Generalmente cuando existe una "relación en ambos sentidos", los modelos de una sola ecuación de regresión no proveen un buen conocimiento acerca de las dinámicas de un mercado particular. Para aquellos casos en los cuales se necesiten simular perfectamente todos los patrones de interacción, es recomendable construir modelos que involucren varias ecuaciones.

5) ACTUALIDAD DEL MODELO

Tanto el análisis de regresión como las series de tiempo se basan principalmente en información del pasado y por lo tanto describen relaciones "pasadas". Estos métodos siempre conllevarán la duda de si serán completamente válidos para simular el comportamiento futuro. Cambios en el entorno, en la competencia, o en las políticas de mercado podrían crear un conjunto completamente nuevo de relaciones. Por estas razones, el desempeño de las ecuaciones deberá de revisarse periódicamente para asegurar su actualidad.

8.8 ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE: UN EJEMPLO

A continuación se desarrollará una aplicación del análisis de regresión múltiple en la elaboración de un pronóstico

ANALISIS INICIAL:

Supongamos que el comportamiento de las ventas de un producto está relacionado con el comportamiento de cuatro factores independientes:

- Y' = Ventas mensuales
- X₁ = Gasto en Publicidad (Miles de dólares)
- X₂ = Número de Establecimientos en donde se vende el producto (Miles)
- X₃ = Promedio mensual de visitas a establecimientos para entrega del producto
- X₄ = Tiempo

Por lo tanto la ecuación de regresión que describe esta relación es de la forma:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4$$

Se utilizarán 24 años de información, para ajustar la línea de regresión a los datos. Esta información aparece en la Tabla 8.2.

TABLA 8.2

DATOS DE 24 AÑOS UTILIZADOS EN UN ANALISIS DE REGRESION PARA
UN PRONOSTICO DE VENTAS DE 1990

AÑO	GASTO DE PUBLICIDAD	# DE ESTABLE- CIMENTOS	# PROMEDIO DE VISITAS POR MES	VENTAS DE LA EMPRESA	TIEMPO
	(M DLLS) X ₁	(MILES) X ₂	(MILES) X ₃	(MM USD) Y	
1966	744	158.9	2,291	92.92	1
1967	942	169.5	1,991	122.44	2
1968	1,033	188.3	1,811	125.57	3
1969	1,138	187.2	1,580	110.46	4
1970	1,549	205.8	1,667	139.40	5
1971	1,211	224.9	1,595	154.02	6
1972	1,251	235.0	1,539	157.59	7
1973	1,225	247.9	1,546	152.23	8
1974	1,354	254.4	1,490	139.13	9
1975	1,475	274.4	1,531	156.33	10
1976	1,240	292.9	1,585	140.47	11
1977	1,157	308.5	1,518	128.24	12
1978	1,341	318.8	1,451	117.45	13
1979	1,531	337.7	1,494	132.64	14
1980	1,274	350.0	1,527	126.16	15
1981	1,327	364.4	1,547	116.99	16
1982	1,469	385.3	1,580	123.90	17
1983	1,615	404.6	1,654	141.32	18
1984	1,538	436.6	1,719	156.71	19
1985	1,488	469.1	1,789	171.93	20
1986	1,173	505.3	1,844	184.79	21
1987	1,299	546.3	1,913	202.70	22
1988	1,524	590.0	2,059	237.34	23
1989	1,479	629.6	2,132	254.93	24

El siguiente, es un "print-out" típico de una hoja de cálculo (LOTUS 123), la cual tiene la facilidad de calcular regresiones múltiples hasta con 16 variables independientes.

Regression Output:

Constant		49.84723		
Std Err of Y Est		11.94881		
R Squared		0.920239		
No. of Observations		24		
Degrees of Freedom		19		
X Coefficient(s)	0.036	1.224	-0.068	-19.540

De aquí se obtiene la ecuación:

$$Y' = 49.85 + .036 X_1 + 1.22 X_2 - 0.068 X_3 - 19.54 X_4$$

En donde el error estandard del estimado $S_{yx} = \$11.9$ millones de dólares

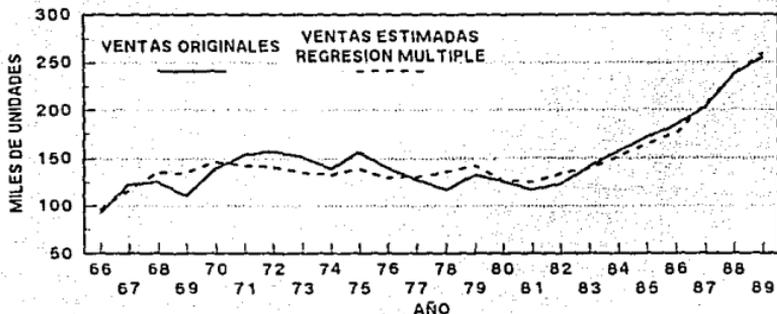
Utilizando esta ecuación de regresión, en la Tabla 8.3 se muestran los datos estimados de las ventas así como la diferencia que existe contra los datos reales. La desviación promedio es 6%, con un error que varía desde -18% en 1969 hasta +12% en 1975, (Gráfica 8.3).

TABLA 8.3

DIFERENCIAS EN VENTAS REALES DE 1966 A 1989 Y VENTAS PRONOSTICADAS POR REGRESION MULTIPLE

ANO	VENTAS REALES	VENTAS PRONOSTICADAS	DIFERENCIA (UNIDADES)	% REALES VS. PRONOSTICADAS
1966	92.29	95.64	(3.35)	-3.50
1967	122.44	116.73	5.71	4.89
1968	125.57	135.78	(10.21)	-7.52
1969	110.46	134.45	(23.99)	-17.84
1970	139.40	146.69	(7.29)	-4.97
1971	154.02	143.15	10.87	7.59
1972	157.59	141.24	16.35	11.58
1973	152.23	136.07	16.16	11.88
1974	139.13	132.99	6.14	4.62
1975	156.33	139.53	16.80	12.04
1976	140.47	130.41	10.06	7.71
1977	128.24	131.52	(3.28)	-2.49
1978	117.45	135.84	(18.39)	-13.54
1979	132.64	143.40	(10.76)	-7.50
1980	126.16	127.33	(1.07)	-0.92
1981	116.99	125.98	(8.99)	-7.14
1982	123.90	134.93	(11.03)	-8.17
1983	141.32	139.27	2.05	1.47
1984	156.71	151.67	5.04	3.32
1985	171.93	165.32	6.61	4.00
1986	184.79	174.88	9.91	5.67
1987	202.70	205.40	(2.70)	-1.31
1988	237.34	237.57	(0.23)	-0.10
1989	254.93	259.89	(4.96)	-1.91

GRAFICA 8.3
REGRESION MULTIPLE
VENTAS ORIGINALES Vs. VENTAS ESTIMADAS



PRONOSTICO DE VENTAS

Para pronosticar las ventas de 1990, (Y') es necesario contar con los estimados, tanto del gasto en publicidad como del número de establecimientos y el promedio de visitas mensuales para 1990. Estos estimados podrían tomarse del Plan Anual de la Compañía.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Obviamente cualquier error en la medición o estimación de las variables independientes representará un error en la estimación de la variable dependiente. El análisis de sensibilidad es una forma de enfrentar estos problemas.

El análisis de sensibilidad consiste en calcular el valor de la variable dependiente en base a diferentes estimados de las variables independientes; es decir, este procedimiento permite observar la "sensibilidad" del pronóstico con respecto a cualquier variación en las variables independientes.

Si el pronóstico del número de establecimientos supone un error de $\pm 10\%$, la ecuación de regresión puede aplicarse utilizando el estimado más probable, el estimado más optimista y el estimado más pesimista.

CONCLUSION: EL PAPEL DEL ANALISIS DE REGRESION EN LOS PRONOSTICOS

Dado que el propósito final del análisis de regresión es pronosticar la variable dependiente en base a estimados de las variables independientes, la utilidad de este procedimiento recae totalmente en la certeza con la cual se pronostiquen o estimen estas variables independientes. Por ejemplo, si se ha establecido una relación entre las ventas y el número de establecimientos, esta relación deberá utilizarse para pronosticar, sólo si las proyecciones del número de establecimientos son fáciles de obtener y son regularmente precisas.

En muchos casos, las variables independientes y relevantes como son precio, producto, promoción, etc. están bajo el control del pronosticador o Gerente de Marca. Consecuentemente, el análisis del comportamiento de la variable dependiente, estará estrechamente ligado con la predicción de los efectos de cambio en esas variables de mercado. Este enfoque coloca al análisis de correlación por delante del pronóstico, de la simulación y de la experimentación, en donde se pueden probar varias estrategias alternativas de Mercadotecnia para observar los efectos sobre las ventas.

Por lo que, con ayuda de este enfoque se podrá simular la implementación de diversas estrategias alternativas de mercado y así seleccionar la que ofrezca mejores resultados.

CAPITULO IX

MODELO AUTORREGRESIVO DE PRONOSTICO

9.1 INTRODUCCION

En los capítulos V y VI se estudiaron los factores Tendencia y Estacionalidad de una Serie de Tiempo. Se describió la naturaleza de estos términos y se explicó cómo se pueden combinar para formar un modelo determinístico de pronóstico.

Este capítulo mostrará la forma de añadir un término que toma en cuenta la variación aleatoria de los valores reales con respecto a sus valores estimados provenientes de un modelo determinístico.

9.2 AUTORREGRESION

Como contraste al modelo de regresión del capítulo VIII, aquí se estudiará la correlación existente entre pares de errores aleatorios:

Sea z_t el término del error aleatorio en el tiempo t en un modelo determinístico ($z_t = Y_t - Y_t'$). Se busca encontrar la correlación entre dos diferentes pares de errores z_t y z_{t-i} distanciados por i unidades de tiempo.

Una forma de modelar este tipo de correlación es aplicar un modelo autorregresivo para z_t . Un modelo autorregresivo de primer orden es aquel que (1):

$$z_t = \phi z_{t-1} + \lambda_t$$

El símbolo ϕ es una constante desconocida que hay que estimar, y λ_t , que se conoce como ruido blanco, tiene supuestamente una distribución normal estandar -es decir, una distribución normal con media 0 y desviación estandar 1-. Un modelo autorregresivo completo, uno que contiene componentes determinísticos y aleatorios a la vez, tiene la forma:

$$Y_t = (\text{porción determinística del modelo}) + z_t$$

donde:

$$z_t = \phi z_{t-1} + \lambda_t$$

(1) El modelo autorregresivo de primer orden es el más sencillo de la familia de modelos autorregresivos. Por ejemplo, un modelo autorregresivo de orden p , se expresa por: $z_t = \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \lambda_t$

La correlación entre pares de valores de z_t (y por lo tanto de Y_t), separados por i unidades de tiempo, llamado autocorrelación, se da por una función de autocorrelación. La siguiente expresión responde a la función de autocorrelación para un modelo autorregresivo de primer orden:

$$A(Y_t, Y_{t-i}) = \phi^i$$

Por ejemplo, si ϕ es igual a 0.6, entonces la correlación entre dos valores adyacentes ($i = 1$) de Y_t , es:

$$A(Y_t, Y_{t-1}) = (0.6)^1 = 0.60$$

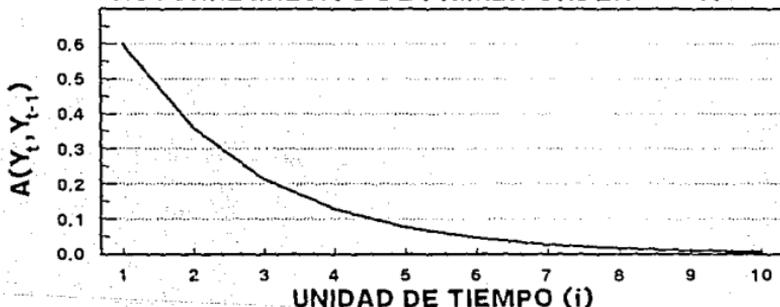
La autocorrelación entre dos valores de Y_t , separados por $i = 2$ unidades de tiempo es:

$$A(Y_t, Y_{t-2}) = (0.6)^2 = 0.36$$

La Gráfica 9.1 muestra la función de autocorrelación para un modelo autorregresivo de primer orden con $\phi = 0.6$. Como se puede observar, la autocorrelación decrece al aumentar la distancia i entre Y_t y Y_{t-i} . Una prueba para detectar autocorrelación se describe en (2).

GRAFICA 9.1

FUNCIÓN DE AUTOCORRELACION PARA UN MODELO AUTORREGRESIVO DE PRIMER ORDEN $\phi = 0.6$



- (2) Box, G.E.P. y Jenkins, G.M. Time Series Analysis, Forecasting and Control. 2a. ed. San Francisco: Holden-Day, 1976.

9.3 AJUSTE DE MODELOS AUTORREGRESIVOS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN

Para pronosticar valores futuros de una Serie de Tiempo, se tiene que ajustar el modelo de Serie de Tiempo al conjunto de los datos. Se ajusta el modelo utilizando una modificación del método de mínimos cuadrados. Este método ajusta la variable transformada Y_t^* a X_t^* , donde $Y_t^* = Y_t - \phi Y_{t-1}$ y $X_t^* = X_t - \phi X_{t-1}$, para un valor dado de ϕ , con el método de mínimos cuadrados. El procedimiento se repite para varios valores de ϕ hasta que la suma del cuadrado de los residuos sea el mínimo. El análisis resultante proporcionará estimaciones para los parámetros de Y_t^* -es decir, a, b_1, b_2, \dots, b_n - que diferirán algo de los que se hubieran obtenido si se utilizara un análisis de regresión típico. También proporcionará una estimación del parámetro de autocorrelación ϕ , además de los residuos y las diferencias entre el valor real y el valor estimado.

Debido a la gran cantidad de cálculos requeridos, el ajuste generalmente se lleva a cabo mediante una computadora utilizando un paquete estadístico, por ejemplo, SAS, SPSS, etc..

A continuación se muestra el ajuste del modelo autorregresivo $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + z_t$, a las ventas reales de cierto producto, (para los cálculos se utilizó el paquete SAS AUTOREG):

TABLA 9.1

APLICACION DEL MODELO AUTORREGRESIVO 1
VENTAS ANUALES: 1977 - 1989
(MILES DE UNIDADES)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
AÑO	t	VENTAS REALES	VENTAS PRONOSTICADAS	DIFERENCIA UNIDADES	% Y/Y'
1977	1	8.8	8.83	-0.03	-0.34
1978	2	9.7	8.63	1.07	12.40
1979	3	7.3	8.80	-1.50	-17.05
1980	4	6.7	7.89	-1.19	-15.08
1981	5	8.5	7.56	0.94	12.43
1982	6	9.2	8.03	1.17	14.57
1983	7	9.2	8.14	1.06	13.02
1984	8	8.4	8.01	0.03	4.87
1985	9	6.4	7.62	-1.22	-16.01
1986	10	6.2	6.84	-0.64	-9.36
1987	11	5.0	6.65	-1.65	-24.81
1988	12	6.7	6.13	0.57	9.30
1989	13	7.6	6.56	1.04	15.85

La columna (4) muestra los valores estimados de Y_t mediante la ecuación $Y_t' = 9.016 - 0.187 t + z_t'$ en donde $z_t' = 0.329 z_{t-1}'$.

Las estimaciones de β_0 , β_1 y ϕ provienen de la aplicación del paquete SAS AUTOREG.

Al comparar los valores de β_0 , β_1 , con aquellos provenientes de un análisis de regresión tradicional, se puede observar que difieren por muy poco:

Modelo de autocorrelación de primer orden:

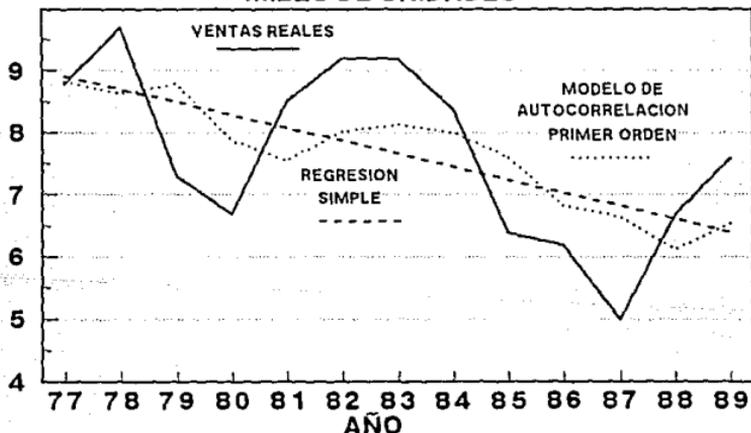
$$Y_t' = 9.016 - 0.187 t + z_t'$$

Modelo de regresión simple:

$$Y_t' = 9.127 - 0.208 t$$

Obsérvese en la Gráfica 9.2 que el modelo de autocorrelación es "mejor" que el de regresión para pronosticar esta serie de datos, ya que el cuadrado del error estándar (S^2yx) es menor (1.436 Vs. 1.485 respectivamente).

GRAFICA 9.2
VENTAS REALES Vs. VENTAS ESTIMADAS
MILES DE UNIDADES



El uso de un modelo autorregresivo de segundo orden tendería a proporcionar un mejor ajuste a los datos que el obtenido con el modelo de primer orden. Aplicando el SAS AUTOREG se obtiene el siguiente modelo de autocorrelación de segundo orden:

$$Y' = 8.974 - 0.192 t + z_i$$

$$\text{en donde } z_i = 0.481 z_{i-1} - 0.460 z_{i-2}$$

Las estimaciones y desviaciones correspondientes se muestran en las Tabla 9.2 y 9.3 respectivamente. Como se puede observar en la Gráfica 9.3, este modelo se ajusta "mejor" a los datos que el de primer orden. El valor de S^2_{yx} para este modelo es menor que para el modelo 1, y por lo tanto es menor que el obtenido para la regresión:

Regresión: 1.485

Modelo 1: 1.436

Modelo 2: 1.176

TABLA 9.2

VENTAS REALES VS. VENTAS ESTIMADAS: 1977 - 1989
 MODELO DE REGRESION
 MODELOS AUTORREGRESIVOS 1 Y 2

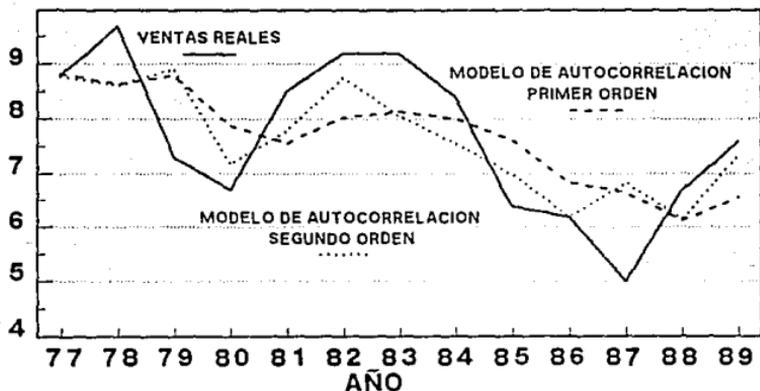
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
AÑO	t	(Y) VENTAS REALES	(Y') REGRESION	(Y') MODELO 1	(Y') MODELO 2
1977	1	8.8	8.92	8.83	8.78
1978	2	9.7	8.71	8.63	8.60
1979	3	7.3	8.50	8.80	8.92
1980	4	6.7	8.29	7.89	7.17
1981	5	8.5	8.09	7.56	7.79
1982	6	9.2	7.88	8.03	8.75
1983	7	9.2	7.67	8.14	8.07
1984	8	8.4	7.46	8.01	7.56
1985	9	6.4	7.25	7.62	6.99
1986	10	6.2	7.04	6.84	6.20
1987	11	5.0	6.84	6.65	6.84
1988	12	6.7	6.63	6.13	6.17
1989	13	7.6	6.42	6.56	7.35
S^2_{yx}			1.49	1.44	1.18

TABLA 9.3

DESVIACIONES PORCENTUALES (Y/Y')
 VENTAS REALES VS. VENTAS ESTIMADAS: 1977 - 1989
 MODELO DE REGRESION
 MODELOS AUTORREGRESIVOS 1 Y 2

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
AÑO	t	REGRESION	MODELO 1	MODELO 2
1977	1	-1.35	-0.34	0.23
1978	2	11.37	12.40	12.79
1979	3	-14.12	-17.05	-18.16
1980	4	-19.18	-15.08	-6.56
1981	5	5.07	12.43	9.11
1982	6	16.75	14.57	5.14
1983	7	19.95	13.02	14.00
1984	8	12.60	4.87	11.11
1985	9	-11.72	-16.01	-8.44
1986	10	-11.93	-9.36	0.00
1987	11	-26.90	-24.81	-26.90
1988	12	1.06	9.30	8.59
1989	13	18.38	15.85	3.40
PROMEDIO		13.11	12.70	9.57

GRAFICA 9.3
 VENTAS REALES Vs. VENTAS ESTIMADAS
 MILES DE UNIDADES



Una vez obtenida la ecuación de predicción de la serie de datos, se puede utilizar para pronosticar valores de Y futuros. Cuanto más lejos en el futuro se quiere pronosticar, tanto más grande será la probabilidad de error. Se pueden calcular intervalos de confianza para el siguiente valor en la serie, es decir, para el valor inmediatamente posterior al último punto observado, mediante la siguiente fórmula:

$$Y'_t \pm 2S_{yx} \text{ con un } 95\% \text{ de confianza.}$$

9.4 ELABORACION DE PRONOSTICOS UTILIZANDO EL MODELO AUTORREGRESIVO DE SEGUNDO ORDEN

Este procedimiento se ilustrará con un ejemplo:

Suponga que se quieren pronosticar las ventas de 1990 utilizando la serie mostrada en la Tabla 9.1 y el modelo autorregresivo de segundo orden.

La ecuación de predicción es:

$$Y'_t = 8.974 - 0.192 t + z'_t$$

$$\text{en donde } z'_t = 0.481 z'_{t-1} - 0.460 z'_{t-2}$$

Al sustituir $t = 14$ en esta ecuación, se obtiene:

$$Y'_{1990} = 8.974 - 0.192 (14) + z'_{1990} \quad (1)$$

$$\text{en donde } z'_{1990} = 0.481 z'_{1989} - 0.460 z'_{1988} \quad (2)$$

Sustituyendo (2) en (1) se tiene:

$$Y'_{1990} = 8.974 - 2.688 + 0.481 z'_{1989} - 0.460 z'_{1988}$$

de donde:

$$Y'_{1990} = 8.974 - 2.688 + 0.481 (Y_{1989} - Y_{1988}) - 0.460 (Y_{1988} - Y_{1987})$$

entonces, tomando los valores de Y y Y' de la Tabla 9.2, Columnas (3) y (6):

$$Y'_{1990} = 8.974 - 2.688 + 0.481 (7.60 - 7.35) - 0.460 (6.70 - 6.17)$$

por lo tanto:

$$Y'_{1990} = 8.974 - 2.688 + 0.120 - 0.244$$

$$Y'_{1990} = 6.162$$

El intervalo de confianza para las ventas de 1990 es:

$$Y: \pm 2 \sqrt{1.176}$$

o bien

$$6.162 \pm 2.169$$

esto es, las ventas de 1990 estarán entre 3.993 y 8.331 miles de unidades con un 95% de seguridad.

CAPITULO X

OTROS METODOS PARA ELABORAR PRONOSTICOS

En este capitulo se mostrarán algunos métodos de pronóstico que utilizan información reciente y cuyo objetivo es revisar pronósticos ya existentes.

Algunos de ellos son especialmente útiles para pronósticos a corto plazo ya que permite revisar un pronóstico anual según el año avanza mediante la incorporación de las ventas mensuales reales. Otros tales como el método Delphi se utiliza principalmente para pronosticar a largo plazo.

Este capitulo no es exhaustivo en su cobertura, pero está diseñado para mostrar algunos procedimientos que ayudan al usuario a utilizar la información más reciente en la realización y revisión de sus pronósticos.

10.1 REVISION DE PRONOSTICOS ANUALES MEDIANTE PORCENTAJES ACUMULADOS

En circunstancias en que el patrón de comportamiento de las ventas a lo largo del año ha sido prácticamente estable comparado año con año, un método sencillo para revisar el pronóstico anual es el siguiente: La suposición detrás de esta técnica es que el porcentaje del volumen generado en una parte del año será prácticamente constante a través de los años independientemente de la magnitud del volumen vendido.

Un ejemplo de esta técnica se muestra en la Tabla 9.1. El porcentaje de absorción de cada mes es estimado en base a datos pasados (Columna 1). Estos porcentajes se van acumulando (Columna 2). Después, el pronóstico del total anual se distribuye de acuerdo al porcentaje de absorción mensual acumulado (Columna 3).

En la Columna (4), los datos reales se acumulan y se dividen por su correspondiente porcentaje de absorción, así se obtiene un pronóstico anual revisado (columna 5). Por ejemplo, el pronóstico original para el primer trimestre era 62.8 mil unidades. Las ventas reales para este periodo fueron de 58.8 mil unidades, lo cual supuestamente representa el 25.1% del año, por lo que el nuevo total anual (revisado) será de: $258.8/25.1 \times 100 = 234.3$ mil unidades.

TABLA 10.1

REVISION DEL PRONOSTICO
METODO DE PORCENTAJES ACUMULADOS

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	(ESTIMADO DE UN PORCENTAJE DADO)		PRONOSTICO ORIGINAL ACUMULADO	VENTAS REALES ACUMULADAS	PRONOSTICO REVISADO
MES	%'S MENSUALES	%'S ACUMULADOS	UNIDADES (000's)	UNIDADES (000's)	UNIDADES (000's)
ENE	7.9	7.9	19.7	16.6	210
FEB	8.4	16.3	40.7	42.1	258
MAR	8.8	25.1	62.8	58.8	234
ABR	9.2	34.3	85.6	82.2	240
MAY	8.4	42.7	106.6	105.3	247
JUN	7.4	50.1	125.1	126.0	251
JUL	7.0	57.1	142.6	145.0	254
AGO	7.8	64.9	162.1	164.8	254
SEP	8.2	73.1	182.6	185.0	253
OCT	8.7	81.8	204.4	209.6	256
NOV	8.8	90.6	226.4	230.0	254
DIC	9.4	100.0	250.0	254.0	254

Ejemplo: Cuando se tienen los resultados reales de marzo, el total de ventas para el primer trimestre fue de 58.8 mil unidades. Esto representa el 25.1% del total anual de ventas, por lo tanto, el pronóstico total de ventas es:

$$58.8/25.1 \times 100 = 234.3$$

Este procedimiento puede también utilizarse cuando se hacen los pronósticos mensuales con la ayuda de índices estacionales (Cap. VI). Habiendo obtenido estos pronósticos mensuales se aplica el mismo procedimiento anterior. Las ventas de cada mes se expresan como un porcentaje del total anual y los porcentajes se acumulan. Entonces los pronósticos se revisan según el procedimiento anterior utilizando estos datos. La "tendencia" de los totales revisados (Columna 5, Tabla 9.1) mostrará si las diferencias fluctúan aleatoriamente o muestran un patrón regular.

10.2 CORRECCION DE SESGOS SISTEMATICOS EN UN PRONOSTICO

Dado que un pronóstico generalmente es diferente de los datos reales, es importante conocer la probabilidad de incurrir en errores de cierta magnitud. Además, obviamente si se logra identificar un sesgo sistemático es muy posible corregir el pronóstico. Tales sesgos ocurren frecuentemente cuando el pronóstico se elabora mediante métodos semiobjetivos (Cap IV) y las ventas reales no se comunican regular y puntualmente.

El método presentado aquí para corregir sesgos sistemáticos se basa en la distribución del promedio de las diferencias existentes entre el pronóstico (F) y el valor real de la variable dependiente (A); estas diferencias están expresadas en porcentaje. Esta distribución se utiliza para desarrollar intervalos de confianza alrededor de la diferencia promedio (A/F) para indicar el margen de error esperado al corregir el pronóstico por la desviación promedio.

Dado que la teoría estadística detrás de este método es complicada se desarrollará un ejemplo para ilustrar su aplicación. Para esto se utilizarán los datos que aparecen en la Tabla 9.2, los cuales representan las ventas reales y pronosticadas de un cierto producto en un periodo de doce meses. Se tratará de estimar el factor de corrección para pronosticar el mes número trece.

En este ejemplo, se puede observar que el promedio de las ventas reales representa el 82% del promedio de las ventas pronosticadas ($(\bar{A}/F) = .8192$). Sin embargo, cualquier valor individual de esta tasa promedio estará contenida en el siguiente rango:

$$A/F \pm t S_{A/F}$$

de acuerdo a una probabilidad específica. El término " $S_{A/F}$ " representa el error estándar de la tasa y "t" el nivel de confianza seleccionado. El valor de t dependerá del número de grados de libertad (gl) (el número de datos puntuales menos uno) y del nivel de confianza seleccionado. En el ejemplo $gl = 12 - 1 = 11$; a un nivel de confiabilidad del 95%: $t = 2.20$.

TABLA 10.2

**CORRECCIONES DE SESGO SISTEMATICO
VENTAS EN MILES DE UNIDADES**

PERIODO	REAL (A)	PRONOSTICO (F)	F ²	A ²	AF
1	6.7	8.6	73.96	44.89	57.62
2	9.2	10.1	102.01	84.64	92.92
3	10.4	14.5	210.25	108.16	150.80
4	11.0	15.3	234.09	121.00	168.30
5	12.6	15.9	252.81	158.76	200.34
6	16.5	16.5	272.25	272.25	272.25
7	14.7	18.9	357.21	216.09	277.83
8	16.6	22.0	484.00	275.56	365.20
9	17.1	21.6	466.56	292.41	369.36
10	22.1	25.1	630.01	488.41	554.71
11	22.0	26.2	686.44	484.00	576.40
12	25.1	29.7	882.09	630.01	745.47
TOTAL	184.0	224.4	4,651.68	3,176.18	3,831.20

$$\bar{A} = 15.33 \quad \bar{F} = 18.70$$

$$F' = (18.7)^2 = 349.7$$

$$\frac{\bar{A}}{\bar{F}} = \frac{15.33}{18.70} = 0.8198 \quad \left(\frac{\bar{A}}{\bar{F}}\right)^2 = (0.8198)^2 = 0.6721$$

$$s_{A/f} = \sqrt{n} \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} - \frac{1}{F'} \left(\sum A^2 + \left(\frac{\bar{A}}{\bar{F}}\right)^2 \sum F^2 - 2 \frac{\bar{A}}{\bar{F}} \sum AF \right)}$$

$$= \sqrt{12} \sqrt{\frac{1}{(12)(11)} - \frac{1}{349.7} [3,176.2 + (.67)(4,651.7) - 2(.82)(3,831.2)]}$$

$$= 0.074$$

Pronóstico Revisado:

$$\begin{aligned} \text{Real Esperado (A)} &= (\bar{A}/\bar{F} \pm t s_{A/f}) F \\ &= (.820 \pm (2.20)(0.73)) F \\ &\text{para 95\% de confianza} \\ &= (.820 \pm .161) F \end{aligned}$$

El valor de $S_{A/F}$, se puede también obtener mediante la siguiente fórmula de aproximación:

$$S_{A/F} = n S_{\bar{A}}/F$$

en donde:

$$S_{A/F} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \frac{1}{F^2} \left(\sum A^2 + \left(\frac{\bar{A}}{F}\right)^2 \sum F^2 - 2 \frac{\bar{A}}{F} \sum AF \right)}$$

Aunque esta fórmula parece ser complicada, todos los términos involucrados pueden ser obtenidos fácilmente como se muestra en la Tabla 9.2.

Se puede esperar que las ventas reales del décimo tercer mes (o cualquier otro) se sitúen dentro del siguiente intervalo:

$$A = \left(\frac{\bar{A}}{F} \pm t S_{A/F} \right) F$$

Si se selecciona un nivel de confianza del 95%, el intervalo correspondiente será:

$$\begin{aligned} A &= \{.820 \pm (2.20)(.073)\} F \\ &= \{.820 \pm .161\} F \end{aligned}$$

Entonces si originalmente se pronosticaron unas ventas para el período número trece de 10 mil unidades, la probabilidad de que las ventas reales estén entre 6.59 y 9.81 mil unidades es del 95%.

Con esta técnica, los intervalos de confianza serán más estrechos y los pronósticos revisados más precisos si los sesgos son más sistemáticos y si las desviaciones individuales están más cercanas a su media.

10.3 METODO DELPHI

Los analistas que enfrentan un entorno industrial que evoluciona rápidamente, han tenido que dedicar especial atención a los pronósticos de cambios tecnológicos. El propósito de tales pronósticos es ayudar a evaluar la probabilidad y significancia de varios posibles desarrollos futuros de tal forma que los ejecutivos puedan tomar mejores decisiones sobre hacia donde va la compañía o hacia donde debería de ir.

El método Delphi ha dado excelentes resultados cuando es utilizado para pronosticar ventas especialmente a largo plazo. La esencia del método consiste en alcanzar un acuerdo general con respecto a un pronóstico determinado, entre un grupo formado por ejecutivos, personal técnico, personal de campo y algunas veces expertos externos. Este consenso se logra mediante revisiones sistemáticas de los estimados.

10.3.1 METODOLOGIA GENERAL

El método Delphi generalmente conlleva el siguiente procedimiento:

- 1) Determinación del problema y el objetivo del pronóstico por parte de la gerencia y/o los analistas involucrados. Algunos ejemplos son:
 - El estado de desarrollo del mercado en el año X
 - Un estimado del año en el que se resolvieron ciertos problemas técnicos
 - Las implicaciones y efectos de tener ciertas soluciones tecnológicas en el año X
 - Las implicaciones de ciertas tendencias actuales, si continúan siendo válidas en el año X.
 - El nivel de ventas de la compañía el próximo año.
- 2) Integrar un grupo de personas bien informadas que pueden ser personal interno y/o externo, las cuales participarán en la elaboración del pronóstico.
- 3) Obtener un pronóstico individual de cada miembro del grupo con una explicación que incluya tanto sus suposiciones como el método y datos utilizados.
- 4) Un coordinador central combina, reporta y comunica todos estos pronósticos individuales a todos los miembros del grupo. El reporte del coordinador no deberá identificar los pronósticos con sus respectivos autores.
- 5) Después de hacer un cuidadoso análisis de los pronósticos hechos por los otros integrantes, y después de asimilar cualquier otra información adicional disponible, cada miembro vuelve a proponer un nuevo pronóstico que puede mostrar cambios o modificaciones con respecto al anterior.
- 6) Este ciclo pronóstico-retroalimentación-revisión se repite hasta lograr un consenso o hasta que las diferencias entre los pronósticos se hayan estabilizado. El resultado es el mejor pronóstico que puede lograrse, en este momento, dado el estado actual de conocimiento (representado por el grupo total).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La ventaja principal del método Delphi como método de pronóstico es que al ser anónimo, el pronóstico individual (y el pronosticador) no está influenciado por el prestigio, poder o personalidad de los otros integrantes del grupo. Esto permite un pensamiento más creativo y libre. La retroalimentación actúa en el proceso como un estimulante y como una restricción al mismo tiempo. Las ideas nuevas que proceden entran en el análisis mientras que las suposiciones pobres o insostenibles se excluyen inmediatamente. Los pronósticos se modifican únicamente mediante la incorporación de nueva información, mejores métodos y mejores suposiciones. Además, como el individuo no tendrá que defender abiertamente sus opiniones (y consecuentemente su posición), será más receptivo a nueva información y estará más dispuesto a cambiar sus pronósticos. Finalmente, esta técnica permite la integración de un amplio espectro de personal informado al proceso de pronóstico, así como el aprovechamiento del intercambio de experiencias y conocimientos.

Una de las desventajas del método Delphi es el tiempo que consume, ya que bajo esta técnica, la calidad de los resultados depende en gran medida de la calidad de la información manejada. El grupo deberá de ser seleccionado con cuidado: dependiendo del problema específico, la composición del grupo deberá incluir especialistas, generalistas o un balance entre ambos.

Para que este método sea efectivo deberá integrarse perfectamente en la estructura de toma de decisiones de la compañía. En algunas ocasiones, se han desarrollado grupos exitosos en los cuales el personal staff trabaja muy de cerca con los diferentes departamentos y con los tomadores de decisiones. El personal staff puede ayudar a la alta gerencia en definir los asuntos que deberá considerar el grupo, en seleccionar a los integrantes, en monitorearlo, en guiar su dirección, en proveerlos de información adicional, y finalmente, reportar el pronóstico final. La planeación a largo plazo requiere pronósticos a largo plazo, y no obstante ésta ser una labor complicada, los directivos reconocen cada vez más su importancia en la administración del crecimiento de cualquier negocio.

El método Delphi es conceptualmente válido y diversos estudios han demostrado ya su utilidad práctica en la resolución de una amplia variedad de problemas de pronóstico.

APENDICE A
RESUMEN DE LOGARITMOS

El logaritmo de un número N , es el exponente al cual la base debe de ser elevada para producir N . Cuando se usa solo la palabra "logaritmo", generalmente es para expresar logaritmos de base 10. Un logaritmo se compone de dos partes, la "característica" y la "mantisa".

La característica, que es siempre un número positivo o cero, se determina por las siguientes reglas:

- 1) Si el número N es mayor o igual a 1, la característica es positiva y su valor es una unidad menor que el número de dígitos enteros en. Por ejemplo:

<u>NUMERO</u>	<u>CARACTERISTICA</u>
5329.	3
532.9	2
53.29	1
5.329	0

- 2) Si el número N es menor a 1, la característica es negativa y su valor es una unidad mayor que el número de ceros existente a la derecha del punto decimal. Por ejemplo:

<u>NUMERO</u>	<u>CARACTERISTICA</u>
0.5329	-1
0.05329	-2
0.005329	-3
0.0005329	-4

La mantisa, que es siempre un número decimal o cero, se obtiene de las tablas logarítmicas. Estas tablas se encuentran generalmente como apéndice en libros de ingeniería o estadística.

La mantisa es siempre la misma para cualquier combinación de números dada, no importando la ubicación del punto decimal. Por ejemplo, la mantisa para cualquiera de los números de los ejemplos es 0.726646.

La combinación de la característica y la mantisa nos da el logaritmo. Entonces:

NUMEROLOGARITMO

5329.	3.726646
53.29	1.726646
0.5359	-1.726646
0.005329	-3.726646

Para encontrar el número N se usan las tablas de antilogaritmos. En caso de no tenerlas, se pueden usar las tablas de logaritmos a la inversa:

Primero, el valor de la mantisa se busca en el contenido de las tablas. Después, el número N se localiza en el región y columna de los títulos que correspondan a la intersección y finalmente el punto decimal se posiciona en base a los valores de la característica, usando las reglas establecidas anteriormente.

Los logaritmos simplifican los cálculos ya que las operaciones de multiplicación y división se convierten en suma o resta de logaritmos. También el elevar un número a una potencia puede simplificarse multiplicando el logaritmo del número por la potencia a la que debe elevarse. Por ejemplo, $X = 4(\log X)$. Utilizando el mismo razonamiento se puede obtener la raíz de un número dividiendo el logaritmo de dicho número por la raíz deseada. Por ejemplo, $X = (\log X)/3$

Actualmente los logaritmos se pueden obtener en la mayoría de las calculadoras de bolsillo, por lo que las tablas logarítmicas son obsoletas.

APENDICE B

MÉTODOS DE PRONOSTICO	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	APLICACIONES	EXACTITUD			IDENTIFICACION DE PUNTOS DE CAMBIO	COSTO RELATIVO
			A CORTO PLAZO	A MEDIANO PLAZO	A LARGO PLAZO		
MÉTODOS CUALITATIVOS							
1) DELPHI	El pronóstico se desarrolla mediante un grupo de expertos que deben de contestar a una serie de preguntas en "vueltas" sucesivas. En cada vuelta se retroalimenta a todos los participantes con las respuestas anónimas del grupo. Se suelen usar tres de seis vueltas para obtener convergencia en el pronóstico.	Pronósticos de ventas a largo plazo para la Planeación de la capacidad o de las instalaciones. Aplicación de pronósticos para estimar cuándo podrían ocurrir cambios tecnológicos.	De regular a muy buena	De regular a muy buena	De regular a muy buena	De regular a buena	De mediano a alto
MODELOS DE SERIES DE TIEMPO							
1) PROMEDIOS MOVILES	El pronóstico se basa en un promedio aritmético o en un promedio ponderado de un número determinado de datos históricos.	Planeación a corto y mediano plazos de inventarios, niveles de producción y programación de actividades. Es adecuado cuando se incluyen muchos productos.	De pobre a buena	Pobre	Muy pobre	Pobre	Bajo
2) SUAVIZADO EXPONENCIAL	Similar al promedio móvil con mayor peso exponencial a los más recientes. Se presta para ser usado con computadora y cuando deben de pronosticarse muchos artículos.	Las mismas que para promedios móviles.	De regular a muy buena	De pobre a buena	Muy pobre	Pobre	Bajo
4) MODELOS MATEMÁTICOS	Modelo lineal o no-lineal ajustado a los datos de una Serie de Tiempo, generalmente mediante métodos de regresión. Incluye rectas, polinomios, etc.	Las mismas que para promedios móviles pero limitadas por su alto costo, a unos cuantos productos.	Muy buena	De regular a muy buena	Muy pobre	Pobre	De bajo a medio
3) MODELOS DE AUTOCORRELACION	Se aplican métodos de autocorrelación para identificar el patrón fundamental en los datos y ajustar el mejor modelo. Requiere aproximadamente sesenta datos históricos.	Limitada por su alto costo, a productos que requieren pronósticos muy exactos a corto plazo.	De muy buena a excelente	De regular a buena	Muy pobre	Pobre	De medio a alto
MÉTODOS CAUSALES							
1) REGRESION	Este método relaciona la demanda con otras variables internas o externas que tienden a causar cambios en ella. El método de regresión usa los mínimos cuadrados para obtener el mejor ajuste entre las variables.	Planeación a corto y mediano plazos para producción agregada o inventarios que involucran pocos productos. Es útil cuando existen fuertes relaciones causales.	De buena a muy buena	De buena a muy buena	Pobre	Muy buena	Mediano

BIBLIOGRAFIA

- Basu / Shankar/
Schroeder "Incorporating Judgements in
Sales Forecasts: Application of
the Delphi Method at American
Hoist & Derrick"
Interfaces, vol.7, no.3,
May 1977.
- Bowerman / O'Connell "Time Series Forecasting: United
Concepts and Computer
Implementation"
2a. edición, Boston: PWS-KENT,
1987.
- Box / Jenkins "Time Series Analysis,
Forecasting and Control"
2a. edición, San Francisco:
Holden-Day, 1976.
- De Groot "Probability & Statistics"
Addison Wesley, 1975.
- Draper / Smith "Applied Regression Analysis"
2a. edición, Wiley-Interscience,
1980.
- Fuller "Introduction to Statistical Time
Series"
Nueva York: Wiley, 1976.
- Johnston "Econometric Methods"
2a. edición, McGraw-Hill
Kogakusha, 1972.
- Meyer "Probabilidad y Aplicaciones
Estadísticas"
2a. edición, Fondo Educativo
Interamericano, S.A., 1970.
- Mood / Gaybill "Introducción a la Teoría de la
Estadística"
2a. edición, Aguilar, 1978.