

## **MONOGRAFIA**

### **Previsión de la demanda de los servicios logísticos de Almacenes Universales S.A., Sucursal Varadero**

**Autor: Ing. Dagoberto Cárdenas Hernández.**

**Almacenes Universales S.A., Sucursal Varadero. Carretera a Máximo Gómez Kilómetro 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, Cárdenas, Matanzas.**

**E-Mail: [comerc@var.ausa.cu](mailto:comerc@var.ausa.cu)**

- 1. Resumen.**
- 2. Introducción.**
- 3. Desarrollo**
- 4. Medidas de errores.**
- 5. Método de solución.**
- 6. Conclusiones**
- 7. Bibliografía**

#### **RESUMEN**

En el presente trabajo se expone la importancia y la necesidad de la demanda, como elemento decisivo en el diseño de los sistemas logísticos. Además de relacionar un método que permite realizar este tipo de estudio, se establece un criterio para la selección del método correcto y se plantea un algoritmo que permite ejecutar los pronósticos basados en series de tiempo.

Palabras Claves: Logística, Pronóstico, Administración de Operaciones.

#### **INTRODUCCION.**

En la vida cotidiana, encontramos a personas que se preocupan constantemente por el estado del tiempo, las abuelas empeñadas en saber el sexo de la criatura, en tiempo de olimpiadas el equipo que ganará el torneo; sin embargo, la variabilidad en los resultados, han provocado incredibilidad de muchos acerca de la previsión que se realiza.

Entre los criterios más veraces y difundidos para la realización de pronósticos se encuentran la utilización de datos del pasado, es decir, de aquellos fenómenos que permiten constatar las variaciones, tanto cuantitativas y objetivas a lo largo del tiempo. Cuando los datos van envejeciendo con el incremento de estos, siempre van a ser un elemento discordante.

Muchos fenómenos son estudiados, relacionando la variable al paso del tiempo y cuando el fenómeno a estudiar es económico trae una mayor preocupación. Pronosticar aumenta la ventaja

competitiva, permitiendo una reacción rápida a los cambios del mercado. Su estudio es una necesidad imperiosa y a pesar de las contradicciones muchos autores estudian los pronósticos.

Muchas frases recogidas en diferentes literaturas abordan la contradicción entre exactitud y necesidad de las técnicas de pronósticos (Companys Pascual 1990), (Merril 1981), (Schroeder 1992), (Everett 1991) y (Riggs 1984) Ejemplo: “los pronósticos siempre están equivocados”; “es raro que las ventas sean iguales a la cantidad exacta que se pronosticó”; “lo único exacto de una previsión es que no será exacta al 100%”; “la mayoría de las previsiones nunca llegan a formalizarse, son adivinaciones o corazonadas, basadas en la experiencia personal y en el tipo de carácter (optimista o pesimista) del que la realiza”; ... ; etc.

(Everett 1991) plantea que “... los elementos de la administración de operaciones son importantes, considero que los pronósticos son uno de los elementos decisivos en la estructura de las operaciones.”

En Cuba, a lo que actualmente denominamos Administración de Operaciones, ha transitado por varias etapas de desarrollo con características particulares en cuanto a la problemática, el nivel técnico y tecnológico, el contexto político y económico que ha existido en cada momento.

La actividad empresarial cubana, por la poca disponibilidad financiera, por la diversificación tecnológica, el recrudecimiento del bloqueo que nos impone los Estados Unidos de América., busca vías intensivas para lograr su funcionamiento eficaz; todo esto impulsa el desarrollo de nuevos enfoques para la conducción del trabajo de las empresas.

Unos de los cuestionamientos de este trabajo es ¿Cómo reaccionar rápidamente y con precisión a los cambios del mercado? ¿Cómo demostrar que a pesar de las contradicciones, el pronóstico es una de las actividades fundamentales, para la planificación del transporte, los inventarios entre otras actividades logísticas? ¿Cuándo y en qué nivel de demanda se va a producir los servicios o el servicio, a fin de que los responsables logísticos puedan diferenciar los niveles de cada uno de ellos o individualizar su tratamiento?

(Everett 1991) plantea una definición de pronóstico como: “Un proceso de estimación de un acontecimiento futuro, sobre la base de datos del pasado, los que se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer la estimación.”

(Companys Pascual 1990) expone: “La predicción es la estimación del valor futuro que tiene en cuenta los aspectos objetivos y subjetivos. La proyección es la entrada (input) para la predicción. Pronosticar es estimar el futuro sin participación, mientras que la previsión será la incorporación de la inteligencia humana y los esfuerzos para modificar ese pronóstico en el sentido que se desea”

(Torres Gemeil 2004) señala los aspectos a tener en cuenta para la previsión:

- La previsión está matizada por la experiencia y el conocimiento de la actividad de quien decide.
- Sólo destinar grandes recursos en los casos donde un error en la previsión implique los daños grandiosos o que para su recuperación se requieran notables inversiones y mucho tiempo.
- Al estudiar los pronósticos se debe ser cuidadoso, no sumergirse demasiado en las técnicas y no perder de vista las razones para aplicarlas.
- El pronóstico no es un producto final, sino que debe utilizarse como una herramienta de trabajo.

Existen técnicas que se emplean en la realización de pronósticos. (Anderson (s.a.)); (Calero Viner 1986); (Companys Pascual 1990); (Ríos 1983); (Schroeder 1992); (Díaz 1983); (Uriel 1985); (Hillier 1991) consideran:

- Las cualitativas: Se basan en el conocimiento humano y efectúan las estimaciones futuras en informaciones cualitativas tales como, opiniones de uno o más expertos, analogías, comparaciones, etc.
- Las cuantitativas: Se apoyan en técnicas cuantitativas estadísticas convencionales: el análisis de series de tiempo cronológicas (la variable de tiempo es el tiempo) y los modelos causales.

### **DESARROLLO.**

El trabajo fue realizado en la Sucursal Varadero de la Sociedad Mercantil Cubana Almacenes Universales S.A., se pronosticó los ingresos del servicio Arrendamiento de Almacén Seco (servicio que representó el 22% de los ingresos totales en el año 2007) tomándose para ello el histórico desde el año 1997. A opinión del autor el cálculo será realmente efectivo, ya que, el sistema ha alcanzado un alto nivel de estabilidad, tomándose para ello el modelo cuantitativo Serie Temporal, fundamentalmente en la recogida de unos conjuntos ordenados de observaciones para varios períodos iguales de tiempo, que indican, la evolución de los valores de las variables objeto de estudio en el tiempo y de extrapolar ese comportamiento hacia el futuro.

Se utilizan dos métodos, el primero el de **pronóstico de los promedios móviles**, el cual no sólo usa todos los datos relevantes de los últimos “n” períodos, sino que se actualiza fácilmente de un período a otro, la primera observación se elimina y se agrega la última, de cálculos sencillos, la tendencia no es forzada a ninguna expresión matemática, lográndose un suavizamiento de los datos cuando existen variaciones cíclicas e irregulares de año en año en el valor, de las series históricas.

El comportamiento de la media móvil depende del valor de “n”, si n es grande, la media móvil responderá lentamente a los cambios efectivos, en el caso objeto de estudio se tomó  $n = 3$ . Este método puede combinarse con otro método como es el de **los mínimos cuadrados**, que es el más

utilizado para ajustar tendencias, siempre que los puntos en una gráfica, parezcan seguir una línea recta, podemos emplear este método para determinar la recta de mejor ajuste. Esta recta estará definida con la ecuación siguiente:

$$y = mx + b \text{ donde :}$$

$y$  : Valor pronosticado en un punto del tiempo.

$x$  : años.

$m$  : Pendiente de la recta.

### **MEDIDAS DE ERRORES.**

Es preciso establecer una medida cuantitativa de la bondad de las previsiones generadas por cada caso en concreto, y esto resulta posible a través de las “medidas de los errores”.

Según (Schroeder 1992), la estimación se puede utilizar por varios propósitos:

- Para fijar inventarios o capacidad de seguridad y garantizar así el nivel deseado de protección contra la falta de inventarios.
- Para observar indicadores de demandas erráticas que deben evaluarse con cuidado y quizás eliminarlas.
- Para determinar cuando el método de pronóstico ya no representa la demanda actual.

El modo consiste en evaluar los errores cometidos al realizar las estimaciones de los períodos pasados de los cuales se tiene datos. Al comparar los métodos utilizados el mejor pronóstico será el que tenga los valores del error más pequeño.

Las principales medidas del error son:

- BIAS Sesgo (Error Promedio)  $B = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y})}{n}$

- MAD (Mean Absolute Deviation) Desviación Media Absoluta.  $MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}|}{n}$

- MSE (Mean Square Error) Desviación cuadrática media.  $MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y})^2}{n}$

- SR (Tracking Signal) Señal de Rastreo.

$$SR = \frac{\text{Suma acumulada de la desviación del pronóstico}}{MAD}$$

- $\sigma$  Desviación estándar.  $\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y})^2}{n - 2}}$

- MAPE (Mean Absolute Percent Error) Error Porcentual Medio Absoluto.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left[ \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \cdot 100 \right]}{n}$$

### **MÉTODO DE SOLUCIÓN.**

Para el cálculo se toma los datos del estado de resultados del indicador Arrendamiento de Almacén Seco en Miles de Pesos. Se comienza el cálculo de los promedios móviles con n igual a 3 y se procede el cálculo de la siguiente manera:

$$Y_{2000} = \frac{50,26 + 67,01 + 89,34}{3} = 68,87$$

$$Y_{2001} = \frac{67,01 + 89,34 + 119,12}{3} = 91,82$$

$$Y_{2002} = \frac{89,34 + 119,12 + 158,82}{3} = 122,42$$

Los resultados de los cálculos realizados en el cual se incluye los errores asociados, se presentan a continuación:

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>BIAS</b>	<b>MAD</b>	<b>MSE</b>
1997	50,26				
1998	67,01				
1999	89,34				
2000	119,12	68,67	50,25	50,25	2525,06
2001	158,82	91,8233	66,9967	66,9967	4488,5578
2002	211,76	122,4267	89,3333	89,3333	7980,4385
2003	282,34	163,2333	119,1067	119,1067	14186,4060
2004	347,90	217,64	130,26	130,26	16967,6676
2005	447,16	280,6667	166,4933	166,4933	27720,0189
2006	774,74	359,1333	415,6067	415,6067	172728,9291
2007	822,73	523,2667	299,4633	299,4633	89678,2680
			1337,51	1337,51	336275,3459

Fuente: Estado de Resultados de AUSA<sup>1</sup>-Varadero.

<sup>1</sup> AUSA: Almacenes Universales S.A.

Si quisiéramos determinar cual es el pronóstico del año 2008 por este método, el mismo se calcula como sigue:

$$Y_{2008} = \frac{447,16 + 774,74 + 822,73}{3} = 681,54$$

Los errores asociados son los siguientes:

$$\text{BIAS} = 167,18 \quad \text{MAD} = 167,18$$

$$\text{MSE} = 42034,4182 \quad \text{SR} = 8$$

El método de los mínimos cuadrados es el más utilizado para ajustar tendencias. En una gráfica siempre que los puntos de los datos parezcan seguir una línea recta, podemos emplear este método, para determinar la recta de mejor ajuste, que se traduce que es la recta que más se aproxima a pasar por todos los puntos. Una línea recta está definida por la ecuación  $Y = mx + b$ , que para un análisis de serie temporal “Y” es el valor pronosticado en un punto en el tiempo “x” medido en años a partir de un punto base y “m” es la pendiente de esa recta.

Se emplean dos ecuaciones para determinar m y b, algebraicamente significa determinar el valor de la pendiente de la recta m y el intercepto b con el eje de las y; la primera se obtiene si se multiplica la ecuación de la recta por el coeficiente de b igual a 1 y n como número de puntos, la ecuación se convierte en:

$\sum Y = m \sum x + nb$ ; Si hago  $x = 0$  despejo para hallar el valor de b, la ecuación queda como sigue:

$$b = \frac{\sum Y}{n} \quad (\text{I})$$

El coeficiente de m es x, después de multiplicar cada término por x y sumando todos los términos tenemos:

$\sum X \cdot Y = m \sum X^2 + b \sum X$ ; Si hago  $b = 0$  despejo para hallar el valor de m, la ecuación queda como sigue:

$$m = \frac{\sum X \cdot Y}{\sum X^2} \quad (\text{II})$$

De acuerdo a los datos aportados por el Estado de Resultado del indicador Arrendamiento de Almacén Seco, se muestra el cálculo por el método de los mínimos cuadrados:

<b>Año</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Pron.</b>	<b>BIAS</b>	<b>MAD</b>	<b>MSE</b>
<b>1997</b>	- 5	50,26	-251,30	25	-72,98	123,94	123,94	15361,1236
<b>1998</b>	- 4	67,01	-268,04	16	2,91	64,10	64,10	4108,81
<b>1999</b>	- 3	89,34	-268,02	9	78,80	10,54	10,54	111,0916

<b>2000</b>	- 2	119,12	-238,24	4	154,69	-35,57	35,57	1265,2249
<b>2001</b>	- 1	158,82	-158,82	1	230,58	-71,76	71,76	5149,4976
<b>2002</b>	0	211,76	0	0	306,47	-94,71	94,71	8969,9841
<b>2003</b>	1	282,34	282,34	1	382,36	-100,02	100,02	10004,0004
<b>2004</b>	2	347,90	695,80	4	458,25	-110,35	110,35	12177,1225
<b>2005</b>	3	447,16	1341,48	9	534,14	-86,98	86,98	7565,5204
<b>2006</b>	4	774,74	3098,96	16	610,03	164,71	164,71	27129,3841
<b>2007</b>	5	822,73	4113,65	25	685,29	136,81	136,81	18716,9761
		<b>3371,18</b>	<b>8347,81</b>	<b>110</b>		<b>0,71</b>	<b>999,49</b>	<b>110558,73</b>

Fuente: Estado de Resultados de AUSA<sup>2</sup>-Varadero.

La línea de tendencia fue calculada con las ecuaciones I y II como se muestra:

$$b = \frac{\sum Y}{n} = \frac{3371,18}{11} = 306,47$$

$$m = \frac{\sum X \cdot Y}{\sum X^2} = \frac{8347,41}{110} = 75,89$$

La línea de tendencia queda como sigue:

$$\hat{Y} = 75,89X + 306,47$$

El pronóstico para el año 2008, se impondrá el valor de  $x = 6$ , por tanto:

$$\hat{Y}_{2008} = 75,89(6) + 306,47 = 761,81 \text{ Miles pesos}$$

El análisis de los errores es el siguiente:

$$\text{BIAS} = 0,06 \quad \text{MAD} = 90,86$$

$$\text{MSE} = 10050,79 \quad \text{SR} = 0,0078$$

### **CONCLUSIONES:**

El pronóstico es un tema fundamental en cualquier esfuerzo de planeación. Los sistemas logísticos a menudo necesitan pronosticar la magnitud de la demanda para llevar a cabo la planificación operativa, es por esto que el presente estudio ha propuesto un algoritmo de trabajo para pronosticar el servicio de Arrendamiento de Almacén Seco para el año 2008, siendo este válido para pronosticar cualquier servicio de los que hoy se brindan en Almacenes Universales .S.A., y a consistido en la

<sup>2</sup> AUSA: Almacenes Universales S.A.

comparación de la medida del error en el cálculo por el método de los Promedios Móviles y el cálculo por el Método de los Mínimos Cuadrados.

En este caso de estudio resultó ser el mejor pronóstico el calculado por el método de los mínimos cuadrados, por tener asociado el menor error; lo cual nos indica que la demanda futura de este servicio tiende a ir en ascenso, por lo que se deben tomarse las medidas siguientes:

- Elevar y mantener el CDT<sup>3</sup> en el 95% de los equipos de manipulación de carga (monta cargas, carretillas hidráulicas, despachadores de pedidos, etc.).
- Lograr el 100% de la categorización de los almacenes, esto genera una alta confiabilidad operacional y permite niveles de servicios acorde a las necesidades de los clientes.
- Mejora continua de la cultura empresarial relacionada con la calidad en el servicio.
- Capacitación del personal que trabaja directamente en el servicio objeto de estudio, esto dará la posibilidad de agregarle valor al servicio prestado. Ejemplo, embalaje, montajes finales, clasificación, verificación, reparaciones, entre otras.
- Lograr una alta mecanización en el almacén y que las condiciones físicas y medios ambientales de los almacenes, garanticen una adecuada conservación de las cargas, disminuyendo pérdidas y mermas de mercancías.
- Mantener un nivel de rotación del personal no mayor del 5% y que conozca y domine y haga suyo la misión, objetivos y normas del sistema logístico de la empresa.

El pronóstico a corto plazo es necesario para predecir los requerimientos materiales, productos y servicios que se necesitan para responder a los cambios de la demanda, permitiendo ajustar programas y hacer variaciones en la mano de obra y materiales.

---

<sup>3</sup> CDT: Coeficiente de Disponibilidad Técnica.

## **BIBLIOGRAFIA**

Anderson, D. e. a. ((s.a.)). Introducción a los Modelos cuantitativos para la administración. Barcelona, Editorial Iberoamericano.

Calero Viner, A. (1986). Estadística III. Ciudad Habana, Editorial Pueblo y Educación.

Companys Pascual, R. (1990). Previsión Tecnológica de la demanda, Editorial Boixerau.

Díaz, A. (1983). Producción, Gestión y Control. Barcelona, Edición Ariel Economía.

Everett, e. a. (1991). Administración de la Producción y las Operaciones. Conceptos, Modelos y funcionamiento. Máximo, D.F., Editorial Prentice-Hall Hispanamericana.

Hillier, F. S. L., G. J. (1991). Introducción a la Investigación de Operaciones. México, D.F., Editorial McGraw-Hill Interamericana de México.

Merril, W. (1981). Introducción a la Estadística económica. Ciudad Habana, Editorial MES.

Riggs, J. L. (1984). Sistema de Producción-Planificación, análisis y Control. México, D.F., Editorial LIMUSA.

Ríos, S. (1983). Análisis Estadístico Aplicado. Madrid, Editorial Paraninfo. Tercera Edición.

Schroeder (1992). Administración de Operaciones. México, D.F., Editorial McGraw-Hill Interamericana de México. Tercera Edición.

Torres Gemeil, M. (2004). Logística. Temas Seleccionados. Tomo I. Ciudad Habana, Editorial Imágenes Primera Edición.

Uriel, E. (1985). Análisis de Series Temporales. Modelos ARIMA. Madrid, Colección Abaco Paraninfo.