

# IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE DATOS DE LA DEMANDA DE LOS APOYOS REALIZADOS A LA FUERZA POR EL BATALLÓN DE TRANSPORTE DEL EJÉRCITO NACIONAL.

Edgardo Josué Díaz Canchón.<sup>1</sup>

Rossana Pérez Jiménez.<sup>2</sup>

## RESUMEN

El Batallón de Transporte del Ejército Nacional (BATRA), no posee un método que le permita planear los requerimientos solicitados por la fuerza, por tal razón se efectúa un estudio de la identificación del patrón de datos de la demanda de los apoyos que realiza. Dicho estudio tiene como fin, recomendar un modelo que permita a la Unidad tener una visión de cual serían sus requerimientos a futuro y por ende optimizar los recursos del Batallón. El desarrollo del mismo se efectúa de la siguiente forma: se empieza con la recopilación de datos estadísticos, a partir de los históricos de los apoyos realizados por el Batallón; se procede a la selección del producto para ejecutar el estudio previo; se efectúa un análisis de los datos estadísticos mediante el método del  $R^2$ , y por último se realiza la aplicación del método de auto correlación lineal, para así concluir con el análisis y la determinación del modelo óptimo que les permita realizar un pronóstico de demanda, dicho modelo será recomendado y le permitirá al BATRA la optimización de recursos y organización de los mismos para así suplir la necesidad de la Fuerza.

---

<sup>1</sup> Profesional en Comercio Internacional, Analista de operaciones de comercio exterior, Zona Franca Bogotá S.A., Bogotá D.C., Colombia, edgardo\_da@hotmail.com

<sup>2</sup> Ingeniera Industrial, Analista de producción, Ejército Nacional, Bogotá D.C., Colombia, rpj\_1104@hotmail.com

## **PALABRAS CLAVES**

Pronósticos de la demanda, cadena de suministro, estadística, gráficas de líneas de tiempo, métodos estadísticos, métodos de pronóstico.

### **1. INTRODUCCIÓN.**

El BATRA, brazo de la brigada de apoyo logístico del Ejército Nacional de Colombia (ENC), se ha encargado de preparar y capacitar a los conductores que operan los vehículos que se encuentran asignados como recursos propios de la institución, con el fin de cumplir los requerimientos que surgen en el cumplimiento de su misión.

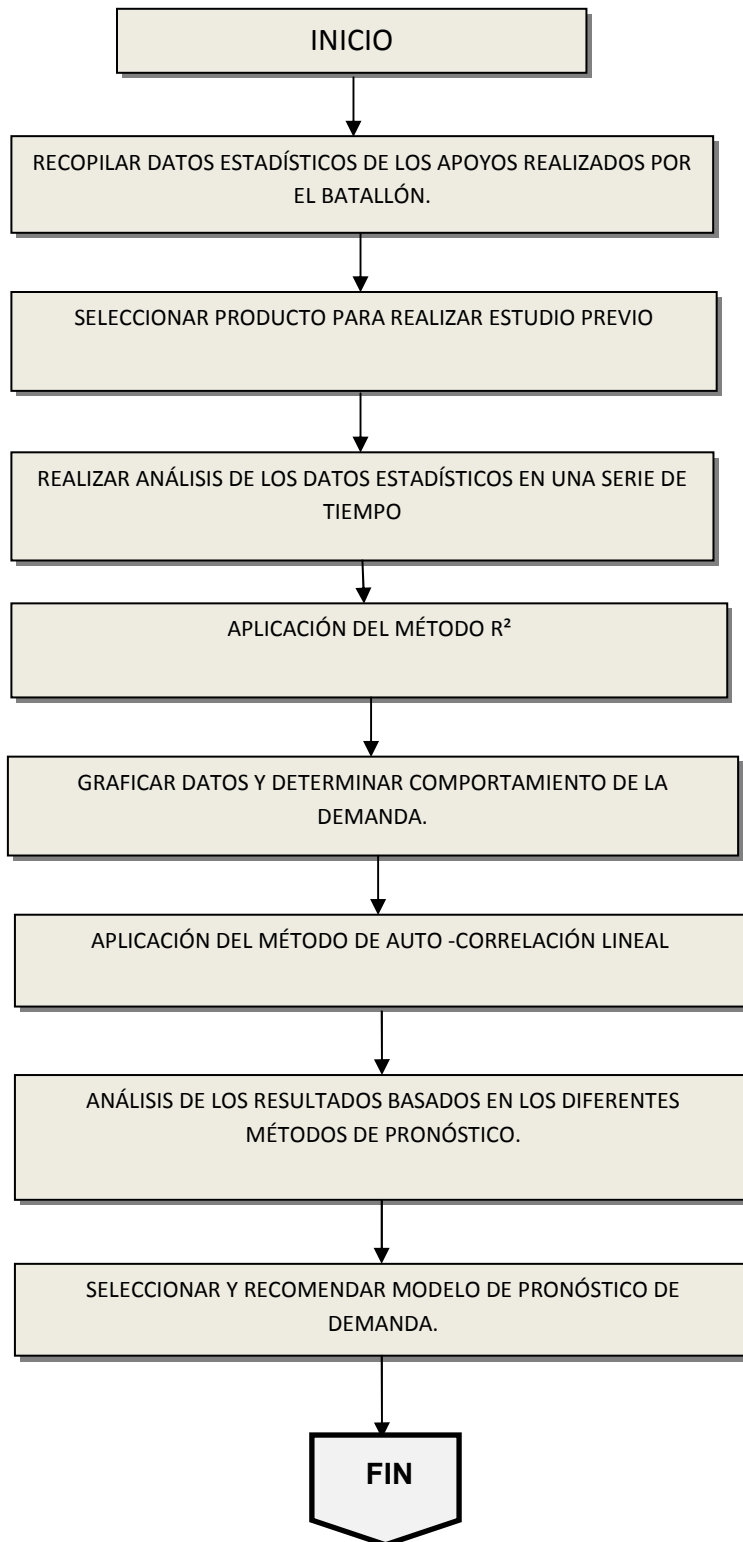
De acuerdo a lo anterior, se pretende determinar si los requerimientos que solicita la institución, en cuanto a transporte de mercancías se pueden optimizar, a través de la identificación del patrón de datos que demuestre el comportamiento de la demanda; el sistema de transporte es uno de los componentes más importantes para el ENC, debido a que el cumplimiento de las misiones asignadas a esta Unidad, es inherente a su logística de transporte, teniendo en cuenta que se deben evaluar las distintas variables que afectan la distribución, como: tipo de mercancía, localización de los puntos de destino, preparación de pedidos, mantenimiento, entre otros [1]. Por este motivo, la institución debe tener una capacidad de reacción inmediata, con una cobertura plena en todo el territorio colombiano, la cual garantice que los materiales solicitados lleguen a su destino en los tiempos establecidos. El éxito de la cadena de abastecimiento de esta Unidad, está estrechamente relacionado con el diseño y el uso adecuado de las herramientas y recursos que le son asignados. Para lograr esto, es necesario determinar claramente las zonas de actividades logísticas de la institución, de esta manera se contribuye con la reducción de costos dentro de la cadena logística. [2]

Para cualquier organización, es de gran importancia tener un método claro de pronóstico, ya que esto le permite anticiparse a su demanda en el futuro, de tal manera que elaborar estrategias apropiadas, es una tarea de mayor facilidad. En el caso del batallón de transporte, recomendar un modelo de pronóstico que permita identificar la tendencia de la demanda, a través, de una serie de tiempo, se convierte en un factor de gran utilidad, ya que de esta manera la institución logrará llevar una planeación más asertiva. [3]

Para lograr efectuar el desarrollo del trabajo, será llevado a cabo el siguiente procedimiento: Paso 1. Realizar la recopilación de datos estadísticos de los apoyos realizados en los últimos tres años; en este paso se opta por uno de los ocho tipos de apoyos realizados por el BATRA en la actualidad, el producto seleccionado es: “los apoyos a la fuerza”; se seleccionó este producto, debido a que es uno de los factores más significativos para el BATRA, ya que la buena imagen de la institución, depende del cumplimiento en la entrega del producto adecuado, con las cantidades requeridas, en el lugar acordado, y por supuesto satisfaciendo la necesidad de la Fuerza [4]. Paso 2. Efectuar el análisis de los datos estadísticos en una serie de tiempo, tomando como referencia las estadísticas de los últimos tres años<sup>3</sup>. Paso 3. Aplicación del método  $R^2$  para así establecer el tipo de demanda [5]. Paso 4. Graficar el comportamiento de los datos en la serie de tiempo, con el fin de analizar su comportamiento. Paso 5. Aplicar el método de auto correlación lineal, el cual se define como la existencia de correlación entre perturbaciones aleatorias correspondientes a periodos u observaciones distintas [6]; el propósito de esta función es mostrar como herramienta central el análisis de la serie de tiempo (colección de variables aleatorias) [7]. Teniendo en cuenta los pasos anteriormente descritos, se sigue el el procedimiento descrito en la figura 1.

---

<sup>3</sup>Los análisis de regresión y correlación se refieren a la relación lineal entre dos o más variables, en el análisis de series de tiempo la variable independiente es el tiempo y la variable bajo estudio toma diferentes valores a través del tiempo.[7]



**Figura 1.** Desarrollo del trabajo aplicado.

Mediante la aplicación de los diferentes métodos para análisis de datos estadísticos, se determina y se recomienda un modelo de pronóstico de demanda, que le permita a la Institución reducir los niveles de incertidumbre acerca de lo que puede acontecer en el futuro, proporcionando información cercana a la realidad, y que además ayude en la toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es identificar el patrón de datos mediante herramientas estadísticas, que permitan analizar y recomendar según el comportamiento de la demanda, el modelo adecuado para realizar un pronóstico de los apoyos solicitados por la Fuerza en un determinado tiempo, con esto se busca reducir el nivel de incertidumbre, y contribuir en la toma de decisiones y definición de estrategias de la institución.

## **2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.**

En la actualidad, el BATRA no posee una planeación de acuerdo a los requerimientos de apoyo correspondiente a la fuerza, por lo cual se hace indispensable un estudio de la identificación del patrón de datos de la demanda de los apoyos que este realiza, de esta forma se busca lograr una determinación de un pronóstico, por medio de un modelo a recomendar, que permita a la organización tener un orden y una planeación que ayude a optimizar los recursos de la disposición de los servicios ofrecidos.

El BATRA actualmente maneja el enfoque de empuje de la cadena de suministro (*push*), lo que significa que pretende realizar una anticipación a la demanda de cliente, por lo que se hace primordial la planeación del nivel de la actividad en los procesos inherentes a la cadena logística manejada en el batallón. [8]

## **3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS.**

Con el paso del tiempo la gestión de la cadena de suministro en las organizaciones ha tomado mayor importancia, como lo indica [9] en esta se deben coordinar de forma “sistemática y estratégica las funciones de un negocio

tradicional, y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio.” Esto incita a entender y tener presente que la integración al interior de las organizaciones es vital para un mundo de negocios cambiante, recordando que la logística es la parte del proceso de la gestión de la cadena que se encarga de que todos los eslabones estén comunicados, de tal manera que pueda existir un flujo de información entre las distintas áreas para obtener de esta forma resultados globales que beneficien así a toda la empresa.

### **3.1. RECOLECCION DE DATOS.**

La selección de una muestra adecuada permite la identificación clara de los pronósticos necesarios para encaminar el desarrollo del presente trabajo, ya que de esta muestra dependerá que el análisis y las conclusiones sean acordes a la realidad. Por ello, se hace indispensable la recolección de los datos, este proceso vincula varias actividades entre los cuales encontramos: tener instrumentos de recolección de datos, realizar una diferenciación de escogencia entre un enfoque cuantitativo y un enfoque cualitativo.

Para el caso de la recolección de información del BATRA, se determinó un modelo cuantitativo basado en los datos históricos de requerimientos de la demanda, con el fin principal de garantizar requisitos indispensables y esenciales: confiabilidad y validez. [10]

Los datos recopilados, representan en primer lugar, la demanda de los apoyos requeridos por la fuerza militar, con lo que respecta al ENC; y en segundo lugar, la serie de tiempo (ST) a estudiar, la cual incluye datos históricos de los últimos tres años, es decir, a partir del año 2010 hasta el año 2012. Dicha recolección de datos, se presenta claramente en la tabla 1.

No.	Periodo	Demanda
1	Enero	29
2	Febrero	25
3	Marzo	25
4	Abril	28
5	Mayo	24
6	Junio	29
7	Julio	26
8	Agosto	27
9	Septiembre	30
10	Octubre	26
11	Noviembre	27
12	Diciembre	25
13	Enero	28
14	Febrero	22
15	Marzo	26
16	Abril	20
17	Mayo	27
18	Junio	24
19	Julio	22
20	Agosto	22
21	Septiembre	21
22	Octubre	20
23	Noviembre	24
24	Diciembre	23
25	Enero	20
26	Febrero	21
27	Marzo	28
28	Abril	25
29	Mayo	26
30	Junio	27
31	Julio	24
32	Agosto	25
33	Septiembre	20
34	Octubre	22
35	Noviembre	26
36	Diciembre	26

**Tabla 1.** Serie de tiempo.

### 3.2. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS DATOS EN UNA SERIE DE TIEMPO (ST).

Al referirse al análisis, así como a las gráficas de líneas de tiempo, se tiene en cuenta que los datos deben estar registrados, en intervalos de tiempo igualmente espaciados. Para el caso de estudio, los datos obtenidos de nuestro producto “los apoyos a la fuerza”, se muestran en un intervalo de 36 meses. Al tener el patrón de datos referido en una tendencia notable, se puede esperar que este patrón continúe hacia el futuro, lo que permite realizar un acercamiento a una predicción más próxima a la realidad. [11]

Se realiza entonces, un análisis de los datos estadísticos en la serie de tiempo de 36 meses, aplicando las fórmulas mostradas en la tabla 2.

#### Índices

**X**= demanda de un periodo.

**$\bar{x}$** = promedio de la demanda total de los tres años estudiados.

**n**= número de observaciones en la serie de tiempo.

Variable	Fórmula
Media de la muestra	$\bar{X} = \sum X/n$
Desviación estándar	$S = \sqrt{\sum (X - \bar{x})^2 / n - 1} = \sqrt{\sum X^2 - [(\sum X)^2 / n] / n - 1}$
Varianza de la muestra	$S^2 = (\sum (X - \bar{x})^2) / n - 1 = [\sum X^2 - (\sum X)^2 / n] / n - 1$

**Tabla 2.** Fórmulas aplicadas.

En la tabla 3, se puede observar, el resultado obtenido del análisis de los datos para una serie de tiempo de 36 meses, correspondientes a la demanda de los apoyos realizados a la fuerza.



Variable	Resultado
Media de la muestra	25
Desviación estándar	2,82
Varianza de la muestra	7,98

**Tabla 3.** Resultados arrojados.

De acuerdo a la descripción estadística de los datos, los resultados obtenidos, arrojan las siguientes afirmaciones:

**Media:** la demanda promedio de los apoyos requeridos por la fuerza durante los últimos 36 meses, es de 25 apoyos.

**Desviación estándar:** la variación de la serie de tiempo con respecto a la media es de 2,82.

**Varianza:** la varianza es el cuadrado de la desviación estándar de la serie de tiempo en este caso es igual a 7,98.

**Muestra:** la muestra seleccionada fueron los datos históricos de los últimos 36 meses, se determina n como el número de periodos.

### 3.3. GRÁFICO DE LA SERIE DE TIEMPO Y APLICACIÓN DEL R<sup>2</sup>

Para realizar cualquier tipo de pronóstico, el componente más relevante es la tendencia, debido a que de acuerdo a su cálculo se pueden realizar predicciones del futuro en la serie de tiempo. En la Figura 2., podemos observar gráficamente la interpretación de la tendencia, la cual fue calculada mediante la aplicación del coeficiente de determinación R<sup>2</sup>, el cual es el porcentaje de variación en la variable dependiente que explica la ecuación de regresión. [12]

Para acercarse más a la realidad, el cálculo de la tendencia, se pueden realizar ajustes de todo tipo: "Tendencia lineal: Una línea de tendencia lineal, es una línea recta que se ajusta correctamente a los datos, normalmente muestra que algo

aumenta o disminuye a ritmo constante. Tendencia logarítmica: Es una línea curva muy útil cuando el índice de cambios de los datos aumenta o disminuye rápidamente y, después se estabiliza. Tendencia polinómica: es una línea curva que se utiliza cuando los datos fluctúan según la ecuación de un polinomio. Es útil, por ejemplo, para analizar las pérdidas y ganancias de un conjunto de datos grande. El orden del polinomio se puede determinar mediante el número de fluctuaciones en los datos, o en función del número de máximos y mínimos que aparece en la curva. Tendencia potencial: es una línea curva que se utiliza con conjuntos de datos que comparan medidas que aumentan a un ritmo concreto; por ejemplo, la aceleración de un automóvil de carreras a intervalos de un segundo. Tendencia exponencial: es una línea curva muy útil cuando los valores de los datos aumentan o disminuyen a intervalos cada vez mayores.” [13]

### METODO DEL R2

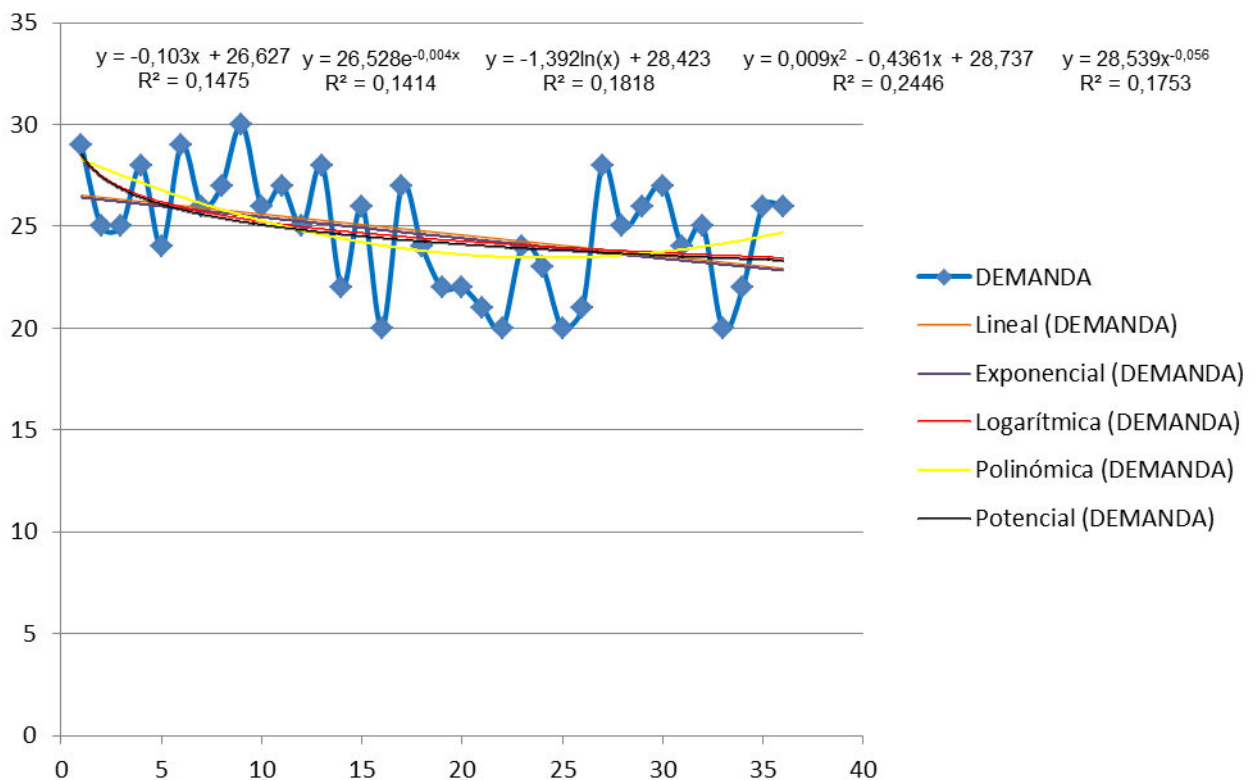


Figura 2. Método del R2

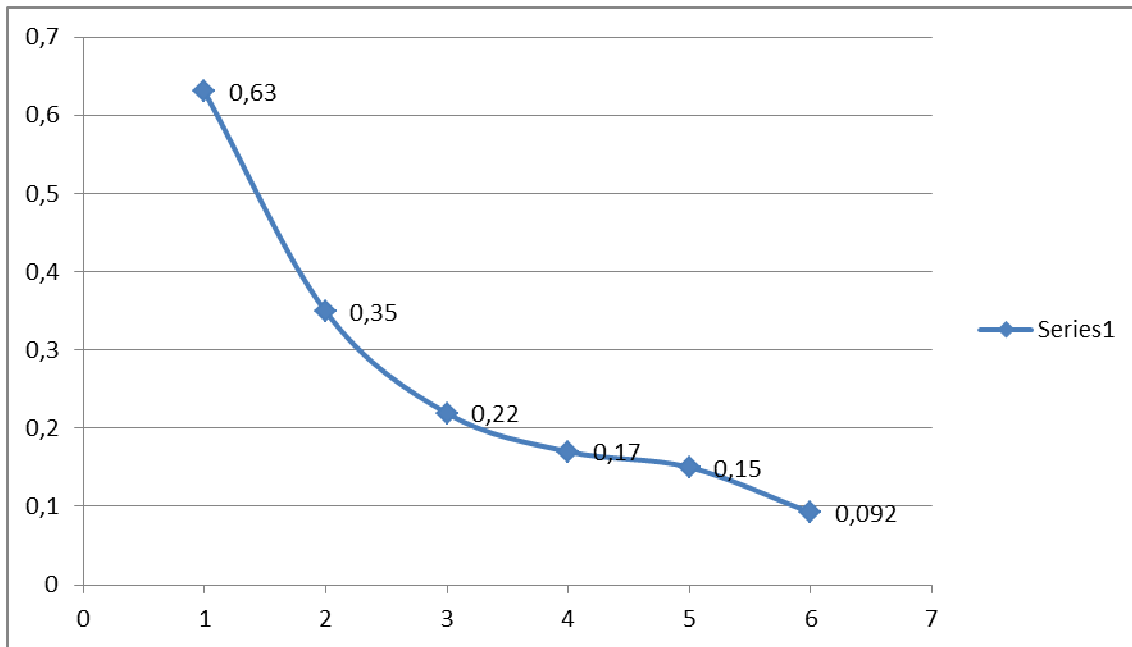
Tendencia	Ecuación del grafico	R <sup>2</sup>
Lineal	$y = -0,103x + 26,627$	R <sup>2</sup> = 0,1475
Exponencial	$y = 26,528e^{-0,004x}$	R <sup>2</sup> = 0,1414
Logarítmica	$y = -1,392\ln(x) + 28,423$	R <sup>2</sup> = 0,1818
Polinómica	$y = 0,009x^2 - 0,4361x + 28,737$	R <sup>2</sup> = 0,2446
Potencial	$y = 28,539x^{-0,056}$	R <sup>2</sup> = 0,1753

**Tabla 4.** Resultados de las ecuaciones graficadas y R<sup>2</sup>

De acuerdo al anterior gráfico en donde se observan los valores del R<sup>2</sup>, y según el comportamiento de las líneas de tendencia, se determina que la línea de tendencia POLINÓMICA, es la que presenta un valor en R<sup>2</sup> más cercano a 1. Lo anterior significa que 24% de la demanda, se explica por la variabilidad del tiempo.

### 3.4. METODO DE AUTOCORRELACION ACF (rk)

El coeficiente de autocorrelación se utiliza cuando se tiene una variable a través del tiempo, las cuales con frecuencia se encuentran correlacionadas, por lo que es factible identificar patrones de datos. [7] También se define como un patrón en los residuos en donde “una de las suposiciones básicas del modelo de regresión es la independencia de los errores. Esta suposición se infringe a veces cuando los datos se recolectan a lo largo de periodos secuenciales de tiempo porque un residuo en cualquier punto en el tiempo, podría tender a ser semejante a los residuos en periodos adyacentes.”[14]



**Figura 2.** Autocorrelación de la serie de tiempo.

Para determinar los valores de  $r_k$  en la función de Autocorrelación se desarrollan las siguientes formulas:

$$r = \frac{\sum ((X - \bar{X})(Y - \bar{Y}))^2}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 (Y - \bar{Y})^2}} \equiv r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_{t-k} - \bar{X})(X_t - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}$$

### Índice

**X**= demanda en un periodo.

**$\bar{X}$** = el promedio de la demanda total.

**K**= retraso de tiempo.

**rk**= la función de autocorrelación muestral de los residuos atrasados k periodos.

A continuación se realiza un análisis del comportamiento de rk para un retraso de siete periodos.

<b>k=1</b>	<b>k=1</b>	<b>k=1</b>	<b>k=1</b>	<b>k=1</b>	<b>k=1</b>	<b>k=1</b>
0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63

Por lo anterior, se describen los criterios para interpretar la función de Autocorrelación, la cual será aplicada en los datos de la serie de tiempo.

<b>CONDICIÓN</b>	<b>CARACTERISTICA DE LA ST</b>
rk disminuye rápidamente a 0 cuando k se incrementa	Estacionaria
rk disminuye lentamente a 0 cuando k se incrementa	Existe tendencia
rk puede tomar valores $\neq 0$ para k=4, k=6, k=12,....	Patrón estacional

**Tabla 5.** Criterios de interpretación ACF

Posteriormente, se realiza un análisis del comportamiento de rk para un retraso de seis periodos.

<b>K</b>	<b>Comportamiento</b>
k=1	0,63
k=2	0,35
k=3	0,22
k=4	0,17
k=5	0,15
k=6	0,092

**Tabla 6.** Comportamiento de k en seis periodos.

De acuerdo a los criterios y datos obtenidos mediante la aplicación de la función de Autocorrelación, se puede establecer que la serie de datos está determinada por una tendencia estacionaria, lo que significa que los apoyos tienden a ser constantes, es decir que no varían significativamente con el tiempo.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a lo anteriormente descrito en el documento, se logró identificar el patrón de datos de la serie de tiempo de los datos recolectados en el BATRA. Partiendo de esta información se aplicaron cada uno de los descriptores estadísticos de la ST, mediante el cual se identificó la desviación de la media y la varianza que existe entre los mismos.

Por segunda instancia se logró aplicar el método del R2, en el cual se analiza que el comportamiento de la línea de tendencia y los valores del R2 en el cual el que más se acercó a 1 fue la línea de tendencia Polinómica.

Finalmente se aplicó el método de autocorrelación, en el cual mediante análisis y según los criterios de interpretación del ACF, se determina que el patrón de datos de la ST se comporta de manera ESTACIONAL y con TENDENCIA a medida que aumenta  $k$  en el tiempo.

Después de haber realizado el análisis de los datos estadísticos, y según las hipótesis lanzadas en los puntos anteriores, se determina que el patrón de datos de la serie de tiempo es ESTACIONAL y con TENDENCIA, por lo cual se recomienda a la organización aplicar los siguientes métodos de pronóstico pertinentes a estos tipos de demanda:

- Winters.
- Regresión múltiple.
- ARIMA (método de Box- Jenkins)

La aplicación de un modelo de pronóstico, le permitirá a la Institución reducir los niveles de incertidumbre a lo largo del tiempo, basándose en información más cercana a la realidad que permita la toma de decisiones y mejorar el nivel de servicio supliendo la necesidad de la Fuerza en el momento oportuno.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- [1] A. Castellanos, *Manual de la gestión logística del transporte y distribución de mercancías*. Bogotá: Ediciones Uninorte, 2009, pp. 2-3.
- [2] A.F. Robusté, *Logística Del Transporte*. Barcelona: Ediciones UPC, 2005, pp. 17-18.
- [3] D.R. Anderson, D. J. Sweeney, y T. A. Williams, *Métodos cuantitativos para Los negocios*. Cincinnati: Cengage Learning Editores, 2004, pp. 175-189-198.
- [4] M.S. Spencer, D.S. Rogers & P.J. Daughterty (1994, Junio.). JIT Systems and External Logistics Suppliers. [En línea] 14, 60-74. Disponible: <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=848795&show=abstract>
- [5] J.E. Freund, I. Miller y M. Mille, *Estadística matemática con aplicaciones*, 6ª ed., México: Pearson, 2000, pp. 185-187.
- [6] J.F. Wooldridge, *Introductory Econometrics*. Mason Ohio: Cengage Learning, 2003, pp. 408-410.
- [7] J.E. Hanke y D. Wichern, “exploración de patrones de datos y elección de una técnica de pronóstico” en *Pronósticos de los Negocios*, 8ª ed. México: Prentice Hall, 2006, pp. 60-318.
- [8] S. Chopra y P. Meindi, “Pronostico de la demanda en una cadena de suministro” en *Administración de la cadena de suministro, Estrategia, planeación y operación*, 3ª ed., México: Pearson, 2008, pp. 187.
- [9] S.S. Ignacio, *Logística y marketing para la distribución comercial*. Madrid: Esic, 2006 pp. 19-20.
- [10] M.G. Marcelo, “Recolección de los datos” en *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba: Brujas, 2006 pp. 121-122.
- [11] M. William, *Introducción a la probabilidad y estadística*. México: Cengage learning, 2008 pp. 18-20.
- [12] B. Render, *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson, 2004 pp. 129
- [13] F. Marques, *Modelos financieros a través de Excel*. Madrid: RC Libros, 2004 pp. 81

[14] L.B. Mark, M.E. David y C.K. Timothy, *Estadística para administración*. México: Pearson, 2006 pp.433.