

Predicción de la rentabilidad de un cajero automático en una cooperativa de ahorro y crédito en  
Santander, a través del modelo Arima

Carlos Andres Estevez Solares

Proyecto presentado como requisito para optar al título Especialista en Estadística

Director

Gianpaolo Orlandoni Merli

Doctor HC en Estadística

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Matemáticas

Especialización en Estadística

Bucaramanga

2020

**Contenido**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Introducción .....                               | 10          |
| 1. Antecedentes .....                            | 11          |
| 2. Justificación .....                           | 16          |
| 3. Objetivos .....                               | 17          |
| 3.1 Objetivo General .....                       | 17          |
| 3.2 Objetivos Específicos.....                   | 17          |
| 4. Marco Teórico.....                            | 18          |
| 5. Metodología .....                             | 20          |
| 5.1 Unidad de análisis de la investigación ..... | 21          |
| 5.2 Tipo de investigación .....                  | 23          |
| 5.3 Alcance de la investigación .....            | 23          |
| 5.4 Fuente de información .....                  | 24          |
| 5.5 Procesamiento de los datos .....             | 24          |
| 5.6 Técnica estadística utilizada .....          | 25          |
| 6. Resultados.....                               | 29          |
| 6.1 Análisis descriptivo.....                    | 29          |
| 6.1.1 Medidas de posición .....                  | 31          |
| 6.1.2 Medidas de dispersión.....                 | 33          |
| 6.1.3 Medidas de forma .....                     | 35          |

|   |    |
|---|----|
| 6.2 Identificación del modelo .....                                     | 40 |
| 6.3 Estimacion del modelo arima $(P,D,Q)$ $(P,D,Q)S$ .....              | 45 |
| 6.4 Diagnóstico del modelo .....  | 47 |
| 6.5 Pronóstico del modelo estimado arima $(1,0,1)$ $(0,1,1)$ [12] ..... | 50 |
| 7. Conclusiones .....   | 54 |
| Referencias Bibliográficas .....  | 55 |
| Apéndice .....  | 57 |

**Lista de Figuras**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Figura 1. Evolución de la utilidad del cajero automático de la calle 35 año 2015-2019. ....  | 30          |
| Figura 2. Diagrama de caja utilidad cajero automático calle 35 años 2015-2019. ....  | 32          |
| Figura 3. Estimación de densidad de la variable utilidad cajero automático total.....  | 36          |
| Figura 4. Estimación de densidad de los tipos de transacción de la utilidad del cajero<br>automático.....                          | 37          |
| Figura 5. Diagrama de Caja de la utilidad del cajero automático por tipo de transacción<br>año 2019.....                           | 39          |
| Figura 6. Evolución de la utilidad del cajero automático de la calle 35 año 2015-2019.....   | 41          |
| Figura 7. Función de autocorrelación serie de tiempo original de la utilidad del cajero<br>automático.....                         | 42          |
| Figura 8. Función de autocorrelación (ACF) de la diferencia estacional de la serie original<br>utilidad del cajero automático..... | 43          |
| Figura 9. Diferencia de la diferencia estacional de la serie original utilidad del cajero<br>automático.....                       | 45          |
| Figura 10. Función de autocorrelación (ACF) de los residuos del modelo ARIMA (1,0,1)<br>(0,1,1) [12] .....                         | 47          |
| Figura 11. Los (P- valores) para la prueba Box – Ljung de los residuos del modelo ARIMA<br>(1,0,1) (0,1,1) [12].....               | 48          |

Figura 12. Diagrama de Cuantil-Cuantil para evaluar normalidad de los residuales del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] ..... 49

Figura 13. Periodograma integrado de los residuos modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] ..... 50

Figura 14. Serie de tiempo de valores parciales desde el año 2015 mes de enero, hasta el año 2018 mes de diciembre..... 51

Figura 15. Predicción de la utilidad del cajero automático para el año 2020 ..... 53

**Lista de Tablas**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Tabla 1. Medidas de Resumen de la utilidad del cajero automático calle 35 históricos años 2015-2019.....      | 31          |
| Tabla 2. Medidas de Resumen de la utilidad del cajero automático calle 35 por tipo de transacción. ....       | 33          |
| Tabla 3. Varianza de la utilidad del cajero automático de calle 35 por tipo de transacción.....               | 33          |
| Tabla 4. Desviación estándar de la utilidad del cajero automático de calle 35 por tipo de transacción. ....   | 34          |
| Tabla 5. Coeficiente de variación de la utilidad del cajero automático calle 35 por tipo de transacción. .... | 35          |
| Tabla 6. Participación y variación anual de la utilidad del cajero automático por tipo de transacción. ....   | 38          |
| Tabla 7. Medidas de resumen utilidad cajero automático por tipo de transacción año 2019. ....                 | 39          |
| Tabla 8. Prueba realizada de estacionariedad. ....  | 40          |
| Tabla 9. Prueba de estacionariedad para la parte estacional.....  | 43          |
| Tabla 10. Prueba de estacionariedad parte estacional diferenciada. ....                                       | 44          |
| Tabla 11. Prueba z de coeficientes.....   | 46          |
| Tabla 12. Utilidad cajero automático real vs predicción de utilidad para el año 2019.....                     | 52          |
| Tabla 13. Valores proyectados de la utilidad del cajero automático para el año 2020.....                      | 53          |

**Lista de Apéndices**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Apendice A. Código en R modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]..... | 57          |

## Resumen

**TÍTULO:** PREDICCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE UN CAJERO AUTOMATICO EN UNA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO EN SANTANDER, A TRAVÉS DEL MODELO ARIMA\*

**AUTOR:** Carlos Andres Estevez solares\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Utilidad, cajero automático, estacionariedad, modelo ARIMA (modelo autorregresivo integrado de media móvil), pronóstico.

Con el fin de pronosticar el comportamiento de la utilidad para el año 2020, del cajero automático de calle 35 que financiera Comultrasan tiene tomado en arriendo de Servibanca S.A, se plantea la metodología del modelo ARIMA de Box- Jenkins por su capacidad de predicción a corto plazo. Se establecen cuatro fases:

La primera es la identificación, describiendo el comportamiento de la utilidad del cajero automático durante los últimos 5 años, basado en la prueba de Dickey Fuller ( $p < 0.01$ ) y en la función de autocorrelación se valida que el proceso es estacionario luego de aplicar diferencia en la parte estacional. Se utiliza la función de autocorrelación parcial en donde se detecta el modelo que se ajusta al comportamiento histórico de la serie, un ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]. La segunda fase consiste en la estimación del modelo el cual quedo bajo la notación  $Y(t) = 0.86173 * Y(t - 1) + (-0.67329) * e(t - 1) + (-0.59167) * e(t - 12)$  La tercera fase es el diagnostico en donde se validó el modelo basándose en la prueba de Shapiro Wilks ( $W=0.98$ ,  $p>0.39$ ), los residuos siguen una distribución estadística normal. La prueba de Ljung-Box indica ausencia de autocorrelación en los residuos ( $p > 0.30$ ), y el Periodograma integrado confirma la aleatoriedad de estos. La última fase es la predicción, en cuyo caso se pronostica la utilidad del cajero automático del año 2020, teniendo en cuenta un intervalo del 95%.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas Especialización en Estadística. Director: Giampaolo Orlandoni Merli

### Abstract

**TITLE:** PREDICTION OF THE PROFITABILITY OF AN AUTOMATED TELLER MACHINE IN A COOPERATIVE OF SAVING AND CREDIT IN SANTANDER, THROUGH THE ARIMA MODEL.\*

**AUTHOR:** Carlos Andres Estevez Solares\*\*

**KEY WORDS:** Utility, ATM, stationarity, ARIMA model (integrated autoregressive moving average model), forecast.

In order to forecast the behavior of the profit for the year 2020, from the 35th street ATM that Comultrasan financial has leased from Servibanca SA, the methodology of the ARIMA model of Box-Jenkins is proposed for its short-term prediction capacity term. Four phases are established:

The first is the identification, describing the behavior of the utility of the ATM during the last 5 years, based on the Dickey Fuller test ( $p < 0.01$ ) and the autocorrelation function validates that the process is stationary after applying difference in the seasonal part. The partial autocorrelation function is used where the model that adjusts to the historical behavior of the series is detected, an ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]. The second phase consists of the estimation of the model which is under the notation  $Y(t) = 0.86173 * Y(t - 1) + (-0.67329) * e(t - 1) + (-0.59167) * e(t - 12)$ . The third phase is the diagnosis where the model was validated based on the Shapiro Wilks test ( $W = 0.98$ ,  $p > 0.39$ ), the residuals follow a normal statistical distribution. The Ljung-Box test indicates absence of autocorrelation in the residuals ( $p > 0.30$ ), and the integrated Periodogram confirms their randomness. The last phase is prediction, in which case the usefulness of the ATM of the year 2020 is forecast, taking into account an interval of 95%.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas Especialización en Estadística. Director: Giampaolo Orlandoni Merli

## Introducción

Un cajero automático es un computador personal (PC) conectado a un sistema central que trabaja en red; existen cajeros que funcionan únicamente como dispensadores de dinero y otros de funciones completas. Estos últimos son los que permiten realizar, además de retiros, otras transacciones como consignaciones, pagos y transferencias, entre otros (Redacción el tiempo,1996).

En Colombia, SERVIBANCA S.A, es reconocida como la red de cajeros automáticos que atiende a todos los clientes de las diferentes entidades financieras nacionales y del exterior; administradora de Sistemas de Pago de Bajo Valor, por tal motivo se constituye en la mejor opción de efectivo para los colombianos gracias a su red de más de 2.700 cajeros a nivel nacional (servibanca, s.f).

La Financiera Comultrasan es una cooperativa de Santander especializada en ahorro y crédito y sobre los cuales genera todas sus utilidades. De igual forma el objetivo social de la cooperativa está orientado a mejorar la vida de todos sus asociados y comunidad en general, generando desarrollo social y soluciones financieras, con el objeto de generar estas soluciones financieras la cooperativa estableció un convenio con la red Servibanca S.A. por varios motivos. Algunos de estos fueron no contar con cajeros automáticos propios y era necesario ofrecer este servicio tanto a asociados como a la comunidad en general, quería contar con mayor cobertura a nivel nacional y ofrecer otras alternativas para que los asociados y comunidad en general puedan acceder a los recursos de una manera más rápida y a cualquier hora.

Es importante mencionar que financiera Comultrasan estableció este convenio con SERVIBANCA S.A. porque como fue mencionado anteriormente en este escrito, es una red de cajeros Automáticos líder en la industria de la Banca Electrónica en Colombia, que ofrece Red de Cajeros Automáticos, Administración de Bases de Datos para el pago de Servicios Públicos y Privados, Procesamiento de transacciones y procesos Backend de liquidación y compensación (servibanca, s.f). Que ayuda a generando soluciones financieras a la cooperativa y de igual forma le permite obtener una rentabilidad por este servicio que es el propósito de este convenio.

Pese a lo anterior, este servicio no ha sido objeto de muchos estudios en la cooperativa; incluso se limita a llevar un control contable de ingresos y costos, sin dedicar tiempo a encontrar fórmulas apropiadas para el manejo de un modelo proyectado de la rentabilidad de los cajeros automáticos que me permitan identificar si es viable contar con el funcionamiento de estos.

Por lo tanto, el trabajo realizado es relevante por la carencia de herramientas estadísticas que ayuden a predecir el comportamiento futuro de variables, en este caso la rentabilidad de un cajero automático y permitan reducir de manera significativa la incertidumbre para obtener resultados más satisfactorios en la cooperativa con el propósito de mejorar en la toma de decisiones estratégicas.

## **1. Antecedentes**

El cajero automático fue inventado en los años 60 por John Sheperd-Barron. Esta idea se lo ocurrió porque un día Sheperd que vivía en el campo, viajó a Londres para cambiar un cheque

en la filial de su banco en la capital británica, pero se encontró con que ya había cerrado y empezó a pensar en cómo podía tener acceso a su dinero a cualquier hora y basado en la máquina expendedora de chocolates de esa época realizó esta idea (BBC, 2017).

El 27 de junio de 1967 se instaló el primer cajero automático -creado por Sheperd-Barron y comercializado por la firma británica De La Rue- en una sucursal del Banco Barclays.

Hoy, la red de cajeros automáticos cuenta con más de más de 3.2 millones a nivel mundial y en donde más de la mitad de los cajeros automáticos se encuentran en sólo cinco países: China, Estados Unidos, Japón, Brasil e India (Petovel, 2019).

En Colombia existen más de 15.700 puntos de este tipo distribuidos por todo el país, 13.300 (84,7% del total) pertenecientes a alguna entidad bancaria, y casi 2.400 (15,3%) más de la red SERVIBANCA S.A. (Arango, 2018)

SERVIBANCA S.A., hoy administradora de Sistemas de Pago de Bajo, presta servicios a los tarjetahabientes de cooperativas y entidades financieras nacionales e internacionales, recibiendo tarjetas de las franquicias Visa, Mastercard, entre otras, así como tarjetas de marcas privadas.

La cooperativa de ahorro y crédito Financiera Comultrasan perteneciente a la economía solidara de Colombia, la cual es el motivo de estudio en este trabajo, tiene establecido un convenio con SERVIBANCA S.A, con el cual tiene en arriendo 26 cajeros automáticos y de los cuales obtiene una rentabilidad mensual.

En Norteamérica la revista “American Journal of Economics and Business Administration” realizó un estudio donde (Wagner, 2010), comparó técnicas competitivas de pronósticos de demandas diarias en las cadenas de suministro de efectivo con el objetivo de determinar el rendimiento general y el pronóstico potencial conjunto para la planificación integrada. La

metodología que emplearon fue comparar un enfoque de pronóstico conjunto con técnicas de pronóstico causal bien establecidas, por medio de un modelo estocástico de series temporales ARIMA. La evaluación se basó en múltiples series de tiempo obtenidas de un banco europeo de tamaño medio con horizontes de pronóstico de hasta 28 días. La precisión del pronóstico fue medida utilizando el error porcentual absoluto medio. Los hallazgos obtenidos en el modelo ARIMA estacional obtuvieron una mayor precisión de pronóstico comparándolo con el modelo de series temporales de vectores. La variabilidad en la demanda fue atribuido principalmente al efecto del día de la semana. La co-variabilidad es capturada por la estacionalidad y el calendario, efectos que limitan el potencial de pronóstico conjunto. Los pronósticos acumulativos para períodos de 14 días son muy robustos con errores de porcentaje medio de aproximadamente dos por ciento

En California Estados Unidos, por ejemplo, en la revista “Journal of Computer and Communications” en uno de sus artículos mostraron un estudio donde según Wang (2018), identificó que a medida que se acelera el ritmo de vida, la aplicación de los cajeros automáticos se vuelve más y más amplia. Todos los días, hay una cantidad considerable del efectivo retirado a través de cajeros automáticos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue cómo predecir con precisión los flujos de efectivo diarios en cajeros automáticos. Este artículo adopta el modelo más típico y el modelo más aplicado que es el modelo de promedio móvil autorregresivo ARIMA para ilustrar las diferentes reglas de ATM flujo de caja. Realizan todo el proceso de identificación, estimación, diagnóstico y por último la proyección en la cual según el modelo seleccionado que fue un ARMA (4, 3) los flujos de efectivo en cajeros automáticos se logran pronostican de una manera muy precisa para los 10 días siguientes a la serie original de retiros diarios de un cajero automático en el año de 2016.

En un estudio realizado en Portugal (Rodríguez & Estevez, 2010) analizan la serie de tiempo de la evolución diaria de los retiros en cajeros automáticos, utilizando la información disponible en el departamento de sistemas de pago del banco de Portugal, para un período de enero de 2001 a diciembre de 2008. En donde el objetivo del estudio se enfoca en analizar los efectos de los días calendario presentes en los retiros de cajeros automáticos (ATM) de los residentes de Portugal, y basados en el análisis de series temporales por medio de un modelo ARIMA obtuvieron unos hallazgos en donde se señala la presencia de importantes eventos en los cuales es observable que los retiros son diferentes según el día de la semana, viernes y los sábados son los días en que se retiran las cantidades más grandes de dinero y domingos y lunes los días con las cantidades más bajas retiradas de dinero. Terminado durante el mes, los retiros de efectivo son más fuertes en los primeros días y en las últimas semanas del mes, que debería estar relacionado con el programa de pago de salarios, en los salarios de Portugal se pagan a principios de la última semana del mes en el caso del sector público y justo a fin de mes en el privado.

En Colombia se realizó un estudio en el sector solidario, de manera más específica en una cooperativa de ahorro y crédito de Medellín llamada Cobelen. En este estudio proponen un modelo econométrico, tomando como base de información el crecimiento de la cartera de la entidad desde enero de 2011 hasta marzo de 2015 (Romero, 2015) con el objetivo de predecir el comportamiento de algunas variables de relevancia como lo es la cartera de créditos. La herramienta que utilizaron es la de vectores autorregresivos ARIMA que les permite realizar una mejor planeación financiera y tomar mejores decisiones futuras gracias a la precisión de las predicciones. Sus principales hallazgos se enfocan en que se logró que el modelo ARIMA se ajustara a los datos de la entidad y se realizó un pronóstico de siete meses en crecimiento de la cartera de créditos, de igual forma se logró que el presupuesto del año 2015 se trabajara con base en este modelo, lo mismo que algunas

regresiones lineales significativas que ayudaron a predecir el comportamiento de otras variables de gran importancia para la entidad financiera, por último se puede afirmar que ha sido de gran ayuda trabajar con estos modelos, puesto que el acierto de los comportamientos es cerca al 97%.

En forma parecida, en Santander se localizó un trabajo de grado realizado en la Universidad Industrial de Santander (Rojas, 2016) en el que se analiza el comportamiento del recaudo del Impuesto de Industria y comercio, avisos y tableros (ICA) en Colombia. La serie de tiempo analizada corresponde al recaudo total del (ICA) comprendido entre los años 2000 hasta el 2015, con periodicidad bimensual. El objetivo de este proyecto de grado es lograr proyectar el recaudo del (ICA) para el año 2016. La herramienta utilizada para esta serie de tiempo es un modelo ARIMA estacional multiplicativo, ya que esta serie presentaba estacionariedad en su parte estacional, al ejecutar el modelo evidencian hallazgos importantes como identificar que el recaudo ICA para el año 2016 tendrá un aumento 0.08% con relación al año inmediatamente anterior, y proyecta recibir 2.7 billones de pesos de recaudos.

Basado en los estudios nombrados anteriormente, realizados tanto para tesis de grado como para artículos de revistas se logra evidenciar de manera general que estos utilizaron el análisis de series de tiempo como herramienta para predecir el comportamiento de las variables de interés, y que se enfocaron en el modelo ARIMA puesto que esta es una instrumento que les permitió a algunos de los estudios realizados trabajar en la predicción precisa del flujo de caja diario para los cajeros automáticos siendo de gran importancia para los bancos y las organizaciones correspondientes en la preparación y asignación de efectivo, también trabajar en la predicción la evolución diaria de los retiros en cajeros automáticos, variables que forma parte importante para determinar la verdadera utilidad para la organización el ofrecer estos servicios a sus clientes.

## 2. Justificación

La Financiera Comultrasan es una cooperativa especializada en ahorro y crédito y sobre los cuales genera todas sus utilidades. De igual forma el objetivo social de la cooperativa está orientado a mejorar la vida de todos sus asociados y comunidad en general, generando desarrollo social y soluciones financieras.

El trabajo realizado es importante por el desarrollo y las herramientas a trabajar para la Cooperativa, en la cual busca estrategias que ayuden en la planeación financiera y a tomar decisiones anticipadas para eventualidades futuras, por tal razón todo aquello de lo cual la entidad espera y confía en obtener una ganancia debe tener la certeza de que así será.

En el caso de los cajeros automáticos que en la actualidad tiene en modo de arriendo Financiera Comultrasan se lleva una contabilidad diaria de los dineros dispensados en cada uno de estos y una contabilidad mensual de los costos y comisiones generados por prestar este servicio y sobre lo cual se determina la rentabilidad de dicha actividad.

Teniendo en cuenta que la Cooperativa además de tener un control contable de los ingresos obtenidos por los cajeros automáticos necesita un análisis en el cual le permita identificar si dicha actividad está siendo y va a ser rentable.

Es en este contexto en el que se plantea el presente trabajo de grado, cuyo objetivo es aplicar un modelo predictivo para el pronóstico del comportamiento de la rentabilidad de un cajero automático, con el propósito de mejorar la toma de decisiones estratégicas.

Además, las series de tiempo permiten analizar el comportamiento de la rentabilidad de una forma más sencilla y como estas tienen en cuenta la variación cíclica y estacional, y la tendencia, permiten garantizar la validez de los resultados obtenidos y obtener conclusiones mucho más precisas y exactas a un nivel de confiabilidad y precisión muy elevado. De igual forma permiten observar la variable analizada a lo largo del tiempo y obtener una visión futura desempeñando un papel importante en el análisis requerido para el pronóstico de eventos futuros.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Pronosticar la rentabilidad de un cajero automático en una cooperativa de ahorro y crédito en Santander, a través de un modelo estocástico de series de tiempo (ARIMA) con el propósito de mejorar en la toma de decisiones estratégicas.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- a. Determinar el comportamiento en el tiempo de la base de datos histórica en periodos mensuales durante 5 años para la simulación.
- b. Simular el comportamiento de la variable estudiada mediante la metodología de series de tiempo de Box-Jenkins (ARIMA).

c. Seleccionar el modelo que más se ajuste a los datos analizados, para una proyección apropiada.

#### 4. Marco Teórico

El interés de este estudio y análisis sobre la rentabilidad de los cajeros automáticos se ha incrementado en los últimos años debido a que son los medios de retiro de dinero más utilizados en el país y por ende requiere de un estudio adecuado, día a día profesionales de diversas áreas han enfocado este estudio desde diferentes metodologías y puntos de vista.

En este sentido, este documento propone utilizar como técnica estadística la resaltada por un autor en la que:

El análisis de series de tiempo considerando el hecho que los datos tomados en diversos periodos pueden tener algunas características de autocorrelación, tendencia o estacionalidad que se debe tomar en cuenta, para modelar el comportamiento de la serie observada. La aplicación de estos métodos tiene dos propósitos: comprender las fuerzas de influencia en los datos y descubrir la estructura que los produjo (Mendez, 2013, p. 15).

Una definición un poco más formal sobre las series de tiempo desde el enfoque de procesos estocásticos esta dada de la siguiente forma:

Brockwell (2002) menciona que una serie de tiempo es un proceso estocástico en el cual un conjunto de observaciones es tomado secuencialmente en el tiempo, usualmente a “intervalos iguales”. Así, un modelo de serie de tiempo para datos observados  $\{x_t\}$  es una

especificación de la distribución conjunta (posiblemente solo de las medias y covarianzas) de una sucesión de variables aleatorias  $X_t$  para los cuales  $\{x_t\}$  se postula como una realización (Mendez, 2013, p. 15).

Una razón importante de la proyección de la rentabilidad de los cajeros automáticos se debe a la necesidad de saber su comportamiento en el futuro, ya que está llamando la atención el crecimiento acelerado en la utilización de estos medios electrónicos por usuarios de entidades financieras.

El comportamiento de la rentabilidad propio de los cajeros automáticos en los últimos 60 meses es una variable de suma importancia a la hora de proyectar cifras, considerando que esto tiene incidencia a la hora de establecer las estrategias para la Cooperativa tanto en su planeación estratégica como en la prospectiva, por lo anterior es un período suficiente para pensar que el pasado ayuda a predecir el comportamiento futuro; por ello es relevante expresar que el modelo es econométrico de tipo autorregresivo.

Es por ello por lo que “se entiende la econometría como una disciplina que se basa en el desarrollo de métodos estadísticos que estudian relaciones económicas y ayuda a la predicción y al conocimiento del comportamiento de diferentes variables en el futuro” (Wooldridge, 2006, p. 75).

El modelo de series de tiempo que mejor se adapta para proyectar la serie que es analizada en este proyecto de grado es el modelo ARIMA, el cual es una metodología econométrica basada en modelos dinámicos que utiliza datos de series de tiempo. Este método fue planteado por el estadístico George Edward Pelham Box y el estadístico e ingeniero Gwilym Meirion Jenkins en 1970 en su libro: Análisis de series temporales. Predicción y control.

Para los modelos ARIMA se toman datos mensuales de la rentabilidad propia de los cajeros automáticos de Financiera Comultrasan, para que a partir de allí se proyecte el comportamiento de la variable para los próximos doce meses.

“Los modelos de series de tiempo Box-Jenkins ARIMA, explican el comportamiento de una variable a través de su propio pasado, se hacen proyecciones sobre el comportamiento de la variable en un futuro no muy lejano, para que sea más acertado el pronóstico”. (Romero, 2015, P. 10).

De esta manera se realiza la estimación del modelo ARIMA en el cual su importancia radica en poder explicar el comportamiento y la evolución de la variable rentabilidad de un cajero automático que coincide con un proceso no estacionario según los métodos de caracterización y evaluación que se aplican, simplemente porque cambia de nivel y de varianza con el tiempo por lo cual al proceso se le considera un proceso integrado, esto significa que la serie debe ser diferenciada  $d$  veces para lograr la estacionariedad, el resultado un modelo ARIMA (p, d, q) por sus siglas en inglés (Autorregresive integrated moving average) reúne la componente autorregresiva y de media móvil de la serie de tiempo (Molano, 2016).

## 5. Metodología

Antes de dar inicio al pronóstico de la variable observada es importante definir la metodología utilizada que permite cumplir con los propósitos de esta investigación. Frecuentemente se encuentran análisis econométricos teniendo como base la metodología de series

de tiempo la cual permite ver el comportamiento de un individuo en relación con unas variables asociadas y su comportamiento a través del tiempo; es por ello por lo que se propone realizar un análisis a través de modelo ARIMA el cual analiza varios individuos en diferentes periodos de tiempo y asociados a la variable de interés rentabilidad de un cajero automático.

### **5.1 Unidad de análisis de la investigación**

Para poder llevar a cabo estas estimaciones se tomó como fuente de recolección de información los datos mensuales de los cajeros automáticos con los que cuenta la Cooperativa especializada en ahorro y crédito Financiera Comultrasan. Los cajeros automáticos están tomados en arriendo y estos son 26 de la red Servibanca ubicados en los siguientes municipios y ciudades:

- AGUACHICA
- PIEDECUESTA
- PUENTE NACIONAL
- SOCORRO
- CALLE 35
- OCAÑA
- BARBOSA
- CAÑAVERAL
- BARRANCA CENTRO
- CIMITARRA
- CURUMANI
- FLORIDABLANCA

- LA CUMBRE
- PAMPLONA
- PLAYON
- BARRANQUILLA PRADO
- PUERTO WILCHES
- ZAPATOCA
- CABECERA
- LEBRIJA
- PLAZA SATELITE
- TUNJA NORTE
- EL CARMEN
- SAN VICENTE
- CUCUTA
- KENNEDY

Como el objetivo de este estudio es pronosticar la rentabilidad de un cajero automático, se modeló el que se encuentra en la agencia de calle 35, esto por motivo de que es uno de los que tiene mayor número de transacciones y está situado en el área metropolitana de Santander que es en donde la Cooperativa tiene mayor posicionamiento de la marca.

La rentabilidad es producto de la diferencia entre las comisiones generadas por las transacciones ejecutadas en cada cajero automático y los costos fijos mensuales prestados en Bogotá, arrendamiento y servicio de cada cajero y las comisiones derivadas mensualmente a la red servibanca.

Se toman los datos de esta rentabilidad de manera mensual de los últimos 60 meses, desde enero de 2015 hasta diciembre de 2019, considerando que son datos que presentan precisamente patrones importantes, por lo cual cobra importancia implementar el modelo para ir normalizando la estratégica de esta solución financiera necesaria en la cooperativa; se tiene una cantidad significativa de datos en los que se suavizan los picos altos con métodos autorregresivos.

## **5.2 Tipo de investigación**

Es necesario identificar el enfoque de la investigación la cual es cuantitativo porque el investigador plantea un problema de estudio delimitado y concreto y sus preguntas de investigación tratan de cuestiones específicas, se interpreta a la luz de predicciones iniciales y esta constituye una explicación de cómo los resultados encajan con el conocimiento existente.

Además, la metodología cuantitativa permite examinar los datos de forma estadística y de acuerdo con ciertas reglas lógicas, los datos generados poseen los estándares de validez y confiabilidad, y las conclusiones derivadas contribuirán a la generación de conocimiento.

## **5.3 Alcance de la investigación**

Con base en lo anterior el alcance del proyecto es descriptivo y analítico, puesto que busca especificar las propiedades y características de un fenómeno que se somete a un análisis describiendo sus dimensiones y tendencias, es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, el estudio tiene como propósito conocer la relación o el grado de asociación que existe

entre variables en un contexto particular. La utilidad principal que ofrecen estos estudios es saber cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que estas tendrán.

#### **5.4 Fuente de información**

Para el modelo desarrollado es importante tener en cuenta algunos factores que pueden afectar directamente sobre el pronóstico de la serie de tiempo. Algunos factores de relevancia son el periodo de los datos estudiados, la precisión de la proyección que se quiere lograr, la forma en que se puede acceder a la información, puesto que es confidencial de la entidad y por ultimo los costos directos o indirectos que se puedan presentar.

Lo primero que debe hacerse es identificar las variables que por medios intuitivos se considera debe contener el modelo, las cuales son analizadas y extraídas de la información que comparte el área encargada de tarjetas y canales de la Cooperativa, las cuales se deben tener en cuenta ya que son el punto de partida para investigar y con posterioridad proyectar; se debe solicitar a la misma área las bases de datos de la siguiente manera: comisiones y costos de los cajeros automáticos de manera mensual, es decir, 60 valores muestrales con el fin de tomar únicamente la información de la rentabilidad del cajero automático que se quiere modelar.

#### **5.5 Procesamiento de los datos**

Una vez se tenga la información se debe realizar las comparaciones y verificaciones que sean necesarias; se deben ordenar los datos analizados para ingresarlos al software *R- Project* que

es un software libre, de código abierto disponible en <http://www.rproject>, El software R a través del uso de librerías especializadas que respaldan su funcionalidad como *Forecast*, es actualmente una herramienta valiosa en el desarrollo de modelos estadísticos que, dentro del contexto no solo académico, apoya la modelación de series económicas con variables que presentan usualmente cambios en el tiempo, este software presenta una amplia variedad de pruebas para la validación de supuestos y la capacidad de pronósticos.

Se realiza las respectivas simulaciones y correcciones del modelo, y se determina si presentan algún tipo de error para que, por medio del modelo estocástico de series de tiempo ARIMA se obtengan los resultados esperados; una vez se alcancen dichos resultados se analizan para extraer las conclusiones para las proyecciones.

### **5.6 Técnica estadística utilizada**

Se trabajó con modelos estocásticos, que son un conjunto de variables aleatorias que depende de un parámetro o de un argumento. En el análisis de series temporales, ese parámetro es el tiempo; para ello se escogió como modelo para trabajar la metodología ARIMA, que es un modelo autorregresivo integrado de promedio móvil.

Se tomó como referencia la metodología de Box-Jenkins modelo ARIMA porque es un modelo que permite evaluar la estacionariedad y estacionalidad, logrando identificar si la variable a analizar tiene comportamientos determinados en periodos particulares de la serie de tiempo que necesiten ser modelados, de igual forma identificar tendencia que puede evaluarse a partir de una secuencia de largo plazo.

La metodología de Box-Jenkins modelo ARIMA se puede sintetizar por medio de cuatro fases que se pueden resumir de la siguiente forma:

Antes de comenzar con las fases se debe graficar los datos de la rentabilidad del cajero automático desde enero de 2015 hasta diciembre de 2019 con el fin de observar la evolución y la tendencia de la información analizada y de igual forma me va a permitir de primera instancia si la serie es estacionaria o no.

Dependiendo de las razones por las que la serie no sea estacionaria, se tendrá que aplicar uno de los siguientes procesos hasta lograr convertirla en una serie estacionaria:

Si la serie de tiempo presenta tendencia se debe tomar diferencias en la parte regular hasta que desaparezca, normalmente el orden de la diferencia será 1, y muy rara vez será mayor a 3.

Si la serie analizada presenta heterocedasticidad, es decir, que esta no tenga una varianza constante, se tiene que transformar la serie original por medio de un método matemático se toma el logaritmo de la serie analizada y de esta forma se logra convertirla en estacionaria.

Se debe tener en cuenta que, la serie debe ser estacionaria tanto en su parte regular como en su parte estacional, si no es estacionaria en esta última se debe tomar diferencia estacional hasta que se desaparezca el patrón que se está repitiendo. Al momento de que la serie de tiempo transformada evidencia gráficamente que es estacionaria, se puede empezar a identificar su estructura por medio de los correlogramas tanto ACF como PACF, para lo cual se debe tener en cuenta:

En la función de autocorrelación simple (ACF) se debe identificar si presenta un decrecimiento de la altura de las barras ya que estas son las que determinan los coeficientes de la función y debe ser de una forma exponencial, si no presenta decrecimiento exponencial puede deberse a que la serie analizada sea integrada, si es así para esta el decrecimiento no es de forma

exponencial sino lineal, y es de suma importancia saber que una serie de tiempo es integrada cuando al diferenciarla  $n$  veces se convierte en una serie estacionaria y si esta es un modelo ARMA  $(p,q)$  se dice que es un modelo ARIMA  $(pdq)$ .

En la función de autocorrelación parcial (PACF) se identifica el orden del proceso y este se logra analizando cuales de las barras salen de las bandas de significancia y por medio de la posición de esta última que casi siempre coincide con el número de barras que se salen de las bandas de significancia se determina dicho orden. Si las gráficas de ACF Y PACF no son muy claras puede deberse a que sea un modelo que integre las dos, es decir un ARMA.

Es de suma importancia saber que si la serie no logra la estacionariedad en su parte estacional es necesario diferenciar la serie hasta que esta sea estacionaria y así lograr una proyección de esta como se menciona anteriormente. En este caso el modelo pasa de ser un modelo ARIMA de orden  $(p, d, q)$  en donde  $d$  corresponde al número de diferencias regulares realizadas a la serie analizada para convertirla en estacionaria, a ser un modelo ARIMA estacional, de orden  $(p, d, q) \times (P, D, Q)$  s, en donde  $D$  corresponde a el número de diferencias de la parte estacional.

Es muy frecuente en la elección del modelo tener que probar varios modelos ARIMA hasta que se identifique el modelo que mejor se ajuste a lo que se busca en el estudio.

Algunas condiciones importantes para una correcta elección del modelo como primera medida son que, al momento de realizar la estimación para cada coeficiente del modelo propuesto, el valor absoluto del estadístico « $t$ » debe ser mayor a 2, a su vez el  $p$ -valor del contraste debe ser menor a 0,05 de significancia, adicionalmente analizar el recurso gráfico permite observar las funciones ACF y PACF de los residuos, luego de haber ajustado el modelo ARIMA, y verificar que los residuos sigan los parámetros del ruido blanco, esto permite que la selección del modelo sea de una manera más sencilla.

Se debe tener presente que, si la serie original fue transformada, el modelo seleccionado es el de la serie después de su transformación y no el de la serie original, aunque para los modelos ARIMA se aclara cuando se menciona el orden de la diferencia ya sea en su parte regular o en su parte estacional.

Cuando ya se tiene la estimación del modelo analizado se procede a realizar el diagnóstico en el cual se prueba que no existe dependencia alguna por parte de los residuos y siguen un proceso de ruido blanco, esto se hace por medio de la prueba de Shapiro Wilks en donde se verifica que los residuos siguen una distribución estadística normal y la prueba de Ljung-Box la cual indica la existencia de autocorrelación en los residuos, y por último el Periodograma integrado el cual confirma la aleatoriedad de los mismos.

De igual forma si el modelo en esta instancia presenta alguna estructura de dependencia se debe modificar el modelo hasta que se obtenga el modelo idóneo. Se debe repetir todo el proceso anteriormente mencionado cada vez que se cambie el modelo.

Por último, basado en el modelo escogido el cual es considerado el más adecuado para la información analizada se procede a realizar la predicción de este por medio del *forecast* el cual es una función genérica de R, precisa para pronosticar a partir de series de tiempo o modelos de series de tiempo y en la cual se pueden obtener los intervalos de confianza con los parámetros que sean necesarios.

Basado en las etapas relacionadas anteriormente se proyectó la variable rentabilidad de un cajero automático, y con la data que contiene la información de esta variable, se realizó la predicción del año 2020 con base al procedimiento planteado anteriormente.

## 6. Resultados

### 6.1 Análisis descriptivo

La serie de tiempo (ST) que se pretende explicar corresponde a la utilidad (comisiones menos los costos por tipo de transacción) del cajero automático localizado en la calle 35 el cual está bajo la supervisión de una de las agencias de la cooperativa financiera Comultrasan llamada por el mismo nombre.

Esta ST está comprendida entre los años registrados 2015 a 2019, con una periodicidad mensual, expresado en millones de pesos. Se proyecta el año 2019 con la finalidad de validar el modelo seleccionado, en el cual se compara los resultados obtenidos contra los valores verdaderos, y de esta forma probar que tan ajustada sería la proyección del año 2020.

Descripción de la utilidad del cajero automático calle 35 históricos años 2015-2019:

Se observa el comportamiento de la serie de tiempo de la utilidad obtenida en los años 2015 al 2019 por el cajero automático ubicado en la calle 35, en el cual se logra identificar la presencia de una leve tendencia (creciente), y de una estacionalidad con picos marcados en los meses 12 de cada año, lo cual se puede presentar principalmente por alguno de los siguientes eventos:

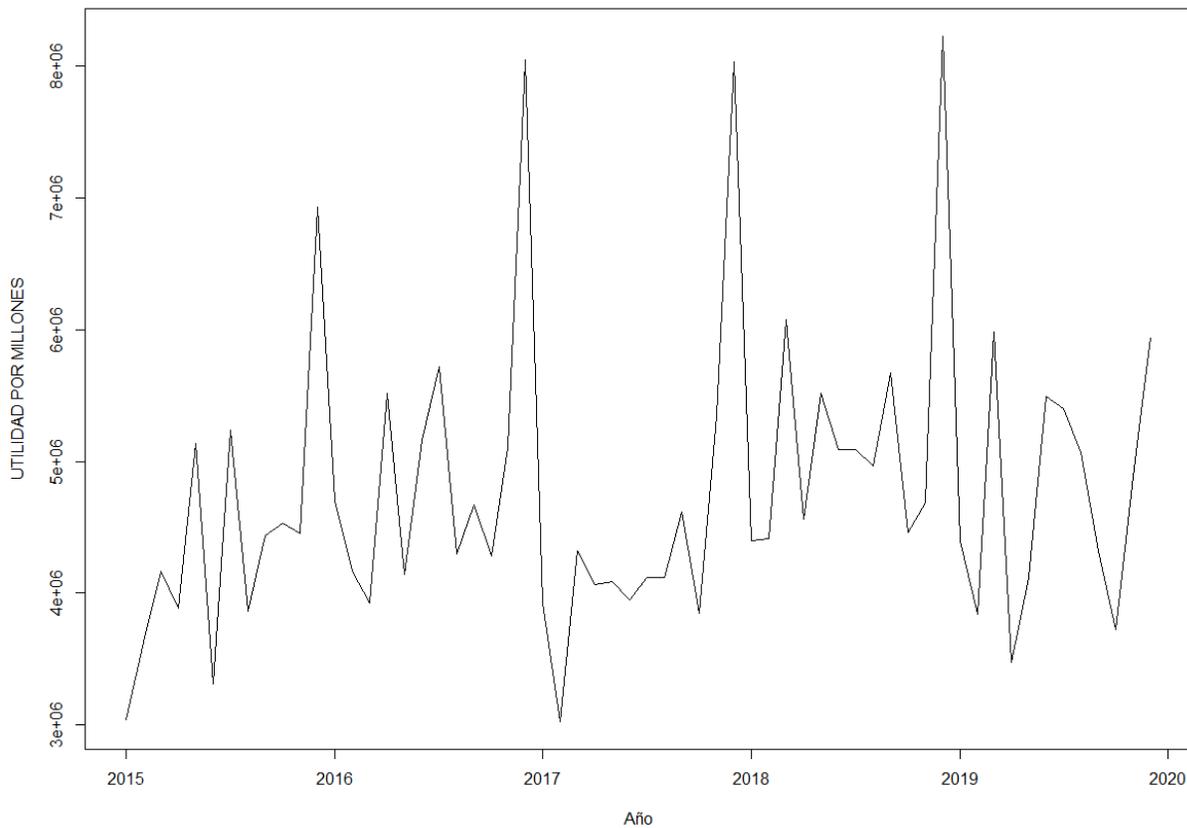
Aumento en el número de transacciones que va relacionado con una mayor confianza en la utilización de estos canales que pasaron de utilizarse para operaciones básicas a otros tipos de transacciones, las cuales han generado un mayor volumen de transacciones, dentro de las cuales se encuentran las foráneas, foráneas negocio corporativo, familias en acción, tarjetas de crédito VISA y tarjeta debito BIN propio.

Aumento en el valor de la transacción, el cual desde el año 2015 ha ido cambiando todos los años de acuerdo con el ajuste que se realiza por cambio de un año a año, de igual forma es importante mencionar que esta comisión recibida una parte le corresponde a SERVIBANCA y la otra a Financiera Comultrasan, puesto que ese es el acuerdo entre las dos entidades.

Otros eventos que pueden afectar el incremento de la utilidad del cajero automático están relacionados con los pagos de familias en acción en ciertos meses del año, los días festivos, días santos, fechas especiales y la temporada de diciembre la cual es una de las de mayor movimiento en el año.

**Figura 1.**

*Evolución de la utilidad del cajero automático de la calle 35 año 2015-2019.*



**6.1.1 Medidas de posición**

El objetivo de las Medidas de posición es el de proporcionar valores en torno a los cuales se encuentran las observaciones, algunas se sitúan en torno al centro de los datos por lo cual son llamadas medidas de tendencia central, como la media, mediana, cuartiles entre otros.

A través de la tabla 1, es posible identificar que la utilidad del cajero automático mínimo registrado fue de \$ 3,027,584.00 pesos, mientras que el máximo fue de \$8,225,589.00 pesos, la mediana y la media se asemejan con un valor promedio de \$ 4,761,004.00. Adicionalmente, el 25% del total de la utilidad del cajero automático está por encima de \$ 4,112,585.00 pesos y el 75% se encuentra por debajo de \$ 5,177,465.00 pesos.

**Tabla 1.**

*Medidas de Resumen de la utilidad del cajero automático calle 35 históricos años 2015-2019.*

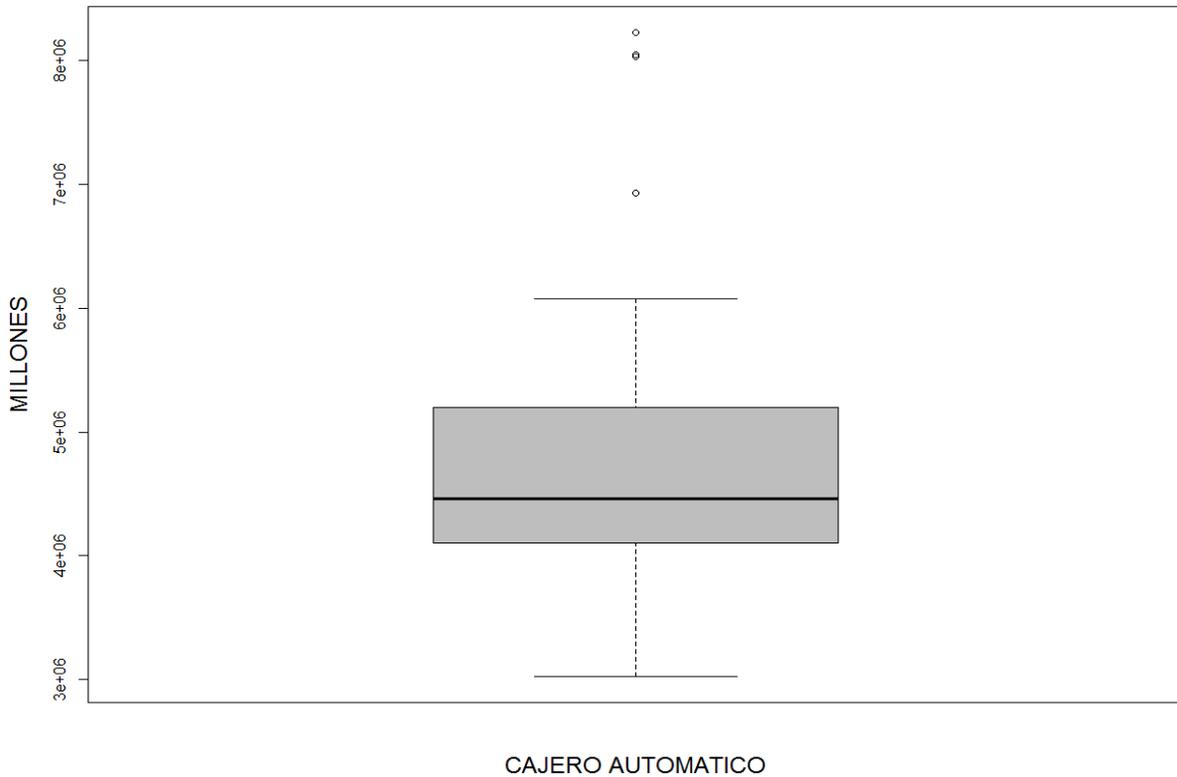
| Mínimo    | Cuartil Inferior | Media     | Mediana   | Cuartil Superior | Máximo    |
|-----------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| 3,027,584 | 4,112,585        | 4,761,004 | 4,458,403 | 5,177,465        | 8,225,589 |

*Nota:* Medidas de posición o de tendencia central de la variable utilidad cajero automático calle 35, entre los años 2015 hasta el 2019. expresada en miles de pesos.

Con la intención de visualizar los valores de la utilidad del cajero automático explicados en la tabla 1, se realiza en siguiente diagrama de caja (ilustración 2).

**Figura 2.**

*Diagrama de caja utilidad cajero automático calle 35 años 2015-2019.*



El valor promedio de la utilidad del tipo de transacción foráneas (tabla 2) es de \$4,265,821 pesos, registrando un valor histórico mínimo de \$2,555,724 pesos y un máximo de \$7,976,016 pesos. Seguido por el tipo de transacción familias en acción, con un valor promedio de \$365,686 pesos, con un máximo de \$1,081,949 pesos y un mínimo de \$6,530 pesos. Es muy sorprendente que el tipo de transacción nacionales propias cuenten en el histórico con meses que no presenten utilidad puesto que este tipo de transacción es de la propia cooperativa, pero se entiende que este tipo de transacción ha empezado con un mayor movimiento en los últimos años.

**Tabla 2.**

*Medidas de Resumen de la utilidad del cajero automático calle 35 por tipo de transacción.*

| <b>Tipo de Transacción</b> | <b>Media</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|----------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Propias                    | 91,627       | 0             | 486,582       |
| Familias en acción         | 365,686      | 6,530         | 1,081,949     |
| Foráneas                   | 4,265,821    | 2,555,724     | 7,976,016     |
| Internacionales            | 37,870       | 5,681         | 101,835       |

*Nota:* Medidas de posición o de tendencia central de la variable utilidad cajero automático calle 35 por tipo de transacción, entre los años 2015 hasta el 2019, expresada en miles de pesos.

### 6.1.2 Medidas de dispersión

En cuanto a las medidas de dispersión su objetivo es cuantificar la variabilidad de los datos, para este caso de los tipos de transacción, por tal razón la varianza sirve para poder comparar la variabilidad que existe en cada tipo de transacción y nos da una idea del nivel de dispersión de estos y el nivel de acercamiento con respecto a la media como se evidencia en la tabla 3, en la cual las transacciones foráneas tienen una mayor varianza.

**Tabla 3.**

*Varianza de la utilidad del cajero automático de calle 35 por tipo de transacción.*

| <b>Tipo de Transacción</b> | <b>Varianza</b>      |
|----------------------------|----------------------|
| Propias                    | 19,181,835,752.08    |
| Familias en acción         | 89,276,081,085.11    |
| Foráneas                   | 1,082,926,573,344.64 |
| Internacionales            | 551,492,388.28       |

*Nota:* Medida de dispersión de la variable utilidad cajero automático calle 35 por tipo de transacción, entre los años 2015 hasta el 2019, expresada en miles de pesos.

El problema de la varianza es que sus unidades son el cuadrado de las unidades de los datos y su valor siempre es positivo, por eso normalmente se trabaja con su raíz cuadrada, que es la desviación estándar, tabla 4, en la cual muestra que las transacciones foráneas es la que tiene una mayor desviación estándar, por tanto, sus valores o tienen una mayor dispersión respecto a la media o puede ser que por ser la transacción que genera mayor utilidad, este valor sea más alto. Por eso es necesario mirar otras medidas de dispersión en donde se pueda identificar este factor.

**Tabla 4.**

*Desviación estándar de la utilidad del cajero automático de calle 35 por tipo de transacción.*

| <b>Tipo de Transacción</b> | <b>Desviación estándar</b> |
|----------------------------|----------------------------|
| Propias                    | 138,498.50                 |
| Familias en acción         | 298,791.03                 |
| Foráneas                   | 1,040,637.58               |
| Internacionales            | 23,483.88                  |

*Nota:* Medida de dispersión de la variable utilidad cajero automático calle 35 por tipo de transacción, entre los años 2015 hasta el 2019, expresada en miles de pesos.

Por medio del cálculo de las anteriores funciones se pueden calcular otras medidas, como el coeficiente de variación de Pearson, el cual se utiliza para comparar la representatividad entre distintas variables.

Como se evidencia en la tabla 5, el coeficiente de variación de las transacciones foráneas es muy pequeño es decir tiende a cero lo que nos indica que los valores se encuentran muy concentrados respecto de la media, por lo que no existe una mayor desviación. En cambio, las transacciones propias tienen un coeficiente de variación muy alto por lo cual nos encontramos con datos muy dispersos, entonces la tendencia, no es tan confiable porque vamos a tener valores muy

mayores o menores que la media, y esto puede estar marcado porque en varios de los meses durante el periodo del cálculo de utilidad del cajero automático el valor era igual a cero.

**Tabla 5.**

*Coefficiente de variación de la utilidad del cajero automático calle 35 por tipo de transacción.*

| <b>Tipo de Transacción</b> | <b>coeficiente de variación</b> |
|----------------------------|---------------------------------|
| Propias                    | 1.51                            |
| Familias en acción         | 0.82                            |
| Foráneas                   | 0.24                            |
| Internacionales            | 0.62                            |

*Nota:* Medida de coeficiente de variación de Pearson, utilizado para comparar la representatividad entre los tipos de transacción de la variable utilidad cajero automático.

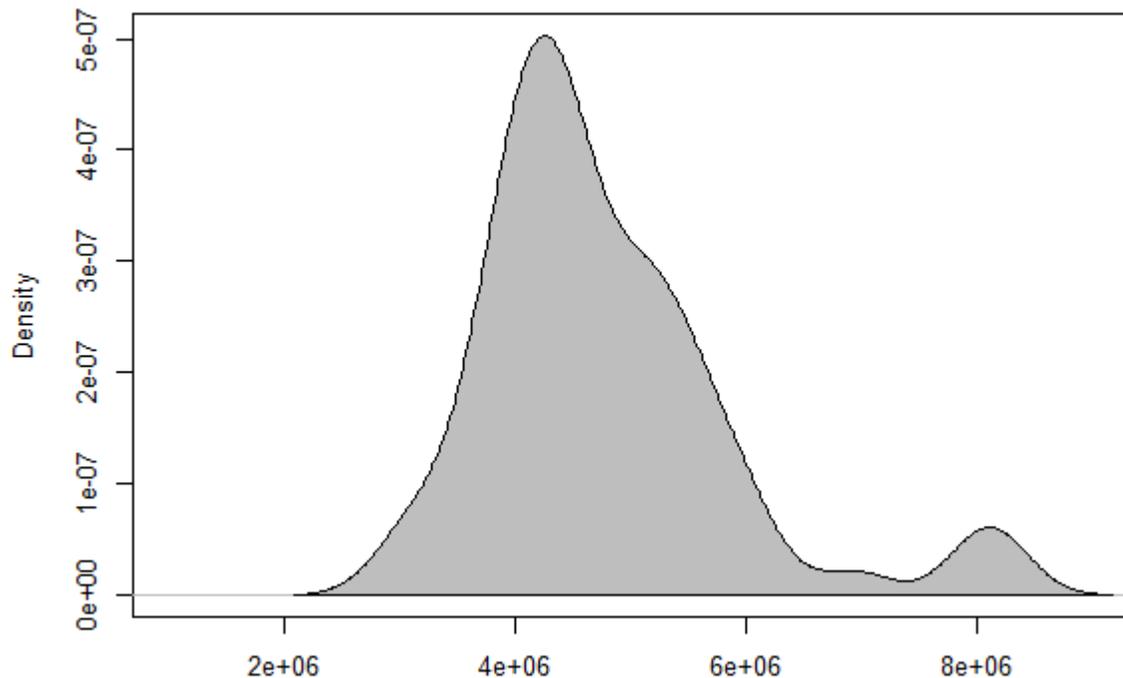
### **6.1.3 Medidas de forma**

Se utilizan estas medias ya que permiten analizar si la utilidad de los tipos de transacción de los cajeros automáticos, en la distribución de frecuencia tiene características especiales como simetría o asimetría, que la clasifiquen en un tipo particular de distribución y su curtosis.

Para la utilidad del cajero automático total durante el periodo de 2015 a 2019, ilustración 3, se evidencia una asimetría positiva de 1.4 sesgada a la derecha y su curtosis superior a 3 (que es la curtosis de la distribución normal o gaussiana) con un valor de 5.3. Como el coeficiente es positivo, la distribución se llama leptocúrtica, puesto que hay una mayor concentración de los datos en torno a la media.

**Figura 3.**

*Estimación de densidad de la variable utilidad cajero automático total.*

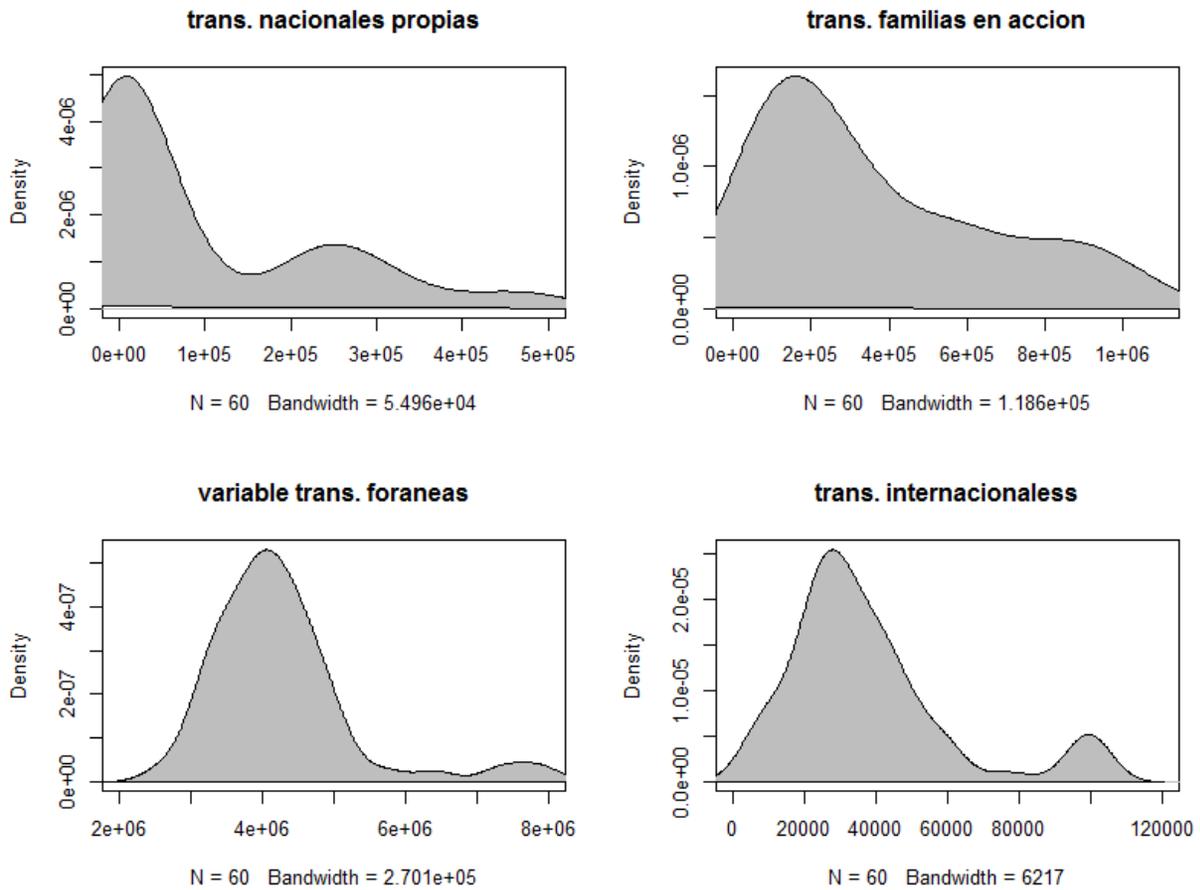


Para el tipo de transacción propias de la utilidad del cajero automático durante el periodo de 2015 a 2019, ilustración 4, se evidencia una asimetría positiva de 1.3 sesgada a la derecha y su curtosis con un valor de 3.5; para el tipo de transacción foráneas se evidencia una asimetría positiva de 1.8 sesgada a la derecha y su curtosis con un valor de 6.6; para el tipo de transacción internacionales se evidencia una asimetría positiva de 1.3 sesgada a la derecha y su curtosis con un valor de 4.5; Como el coeficiente de estas variables es positivo, la distribución se llama leptocúrtica, puesto que hay una mayor concentración de los datos en torno a la media.

En cambio, para el tipo de transacción familias en acción se evidencia una asimetría positiva de 0.8 sesgada a la derecha y su curtosis inferior a 3 (que es la curtosis de la distribución normal o gaussiana) con un valor de 2.4, la distribución se llama platicúrtica, puesto que hay una menor concentración de datos en torno a la media.

**Figura 4.**

*Estimación de densidad de los tipos de transacción de la utilidad del cajero automático.*



Descripción de la utilidad del cajero automático de calle 35 año 2019:

La tabla 6 describe la participación y variación de la utilidad del cajero automático de la calle 35 por tipo de transacción. La participación o proporción corresponde al resultado entre la utilidad dividida por tipos de transacción y el total de la utilidad por cajero automático. La variación se define como el resultado entre la utilidad por tipo de transacción, percibido en el año 2019 frente a la utilidad del año 2018 menos 1 por 100, el cual refleja el crecimiento de la utilidad al pasar de un año al otro. Esto es útil para identificar el tipo de transacción que contribuyó en mayor proporción en términos de utilidad.

El tipo de transacción foráneas fue el que presentó mayor participación con el 83.47% a pesar de tener un decrecimiento del -19.48% frente al año 2018. El segundo tipo de transacción de mayor participación fue familias en acción con 8.52% y creciendo un 102.38% frente al año anterior. A pesar de que el tipo de transacción propias tiene solo un 6.60% de participación en la utilidad del año 2019, presenta un crecimiento significativo de 145.97%, afirmando así la utilización de este tipo de transacción en los últimos años.

**Tabla 6.**

*Participación y variación anual de la utilidad del cajero automático por tipo de transacción.*

| <b>Tipo transacción</b> | <b>Participación</b> | <b>Variación</b> |
|-------------------------|----------------------|------------------|
| Propias                 | 6.60%                | 145.97%          |
| Familias en acción      | 8.52%                | 102.38%          |
| Foráneas                | 83.47%               | -19.48%          |
| Internacionales         | 1.40%                | 45.86%           |

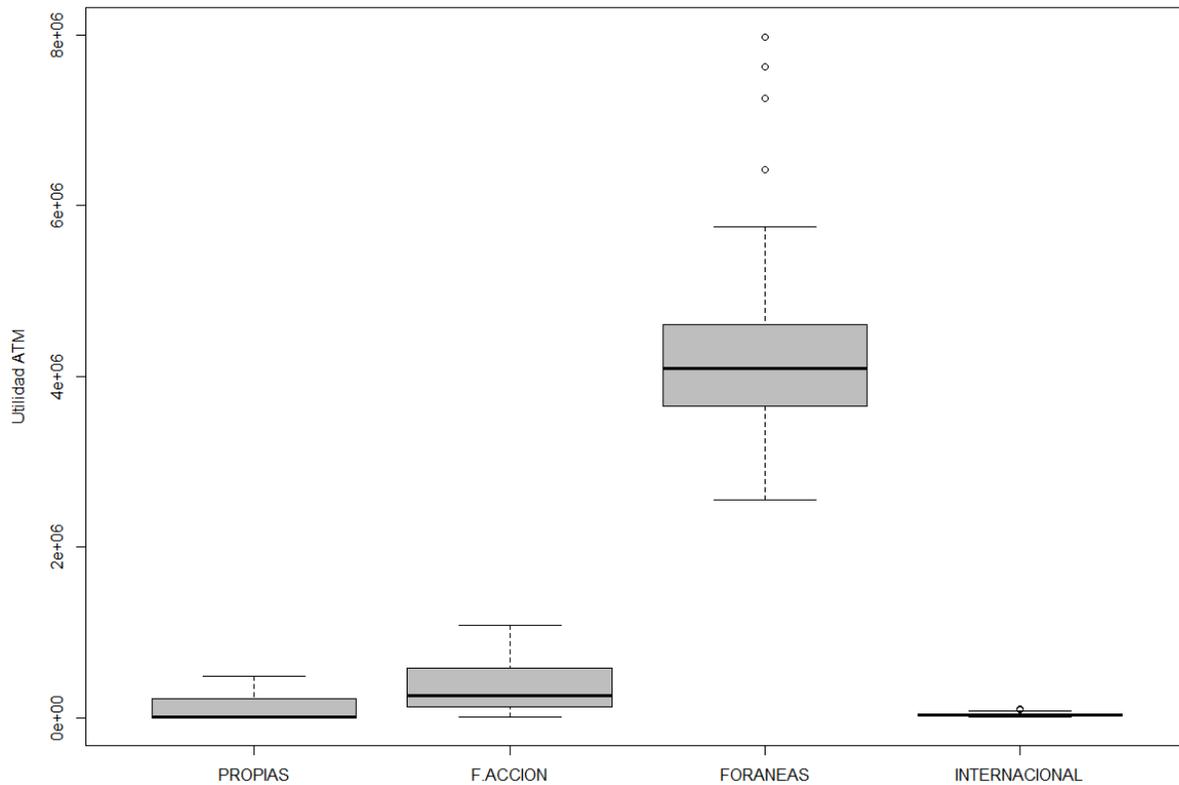
*Nota:* valor en porcentaje de la participación y la variación de cada una de las transacciones entre la variable de utilidad cajero automático del año 2019.

La línea central resaltada de negro de cada caja (ilustración 5) corresponde a la mediana de los tipos de transacción, y en donde se puede identificar que se presenta una mayor variabilidad de los datos en las transacciones foráneas por la amplitud de su caja a diferencia de las transacciones internaciones que estas tienen muy poca variabilidad de los datos. Por otro lado, existe asimetría inversa entre el tipo de transacción propias y familias en acción (asimetría a la derecha).

De igual forma se logra identificar que aparentemente el tipo de transacción foráneas es relativamente más disperso que en los otros tipos de transacciones, el 25% está por encima de los \$3,402,036 pesos, mientras que el 75% está por debajo de \$4,426,847 pesos, según la tabla 7, lo cual muestra que este tipo de transacción es la que aporta mayor utilidad en el año.

**Figura 5.**

*Diagrama de Caja de la utilidad del cajero automático por tipo de transacción año 2019.*



**Tabla 7.**

*Medidas de resumen utilidad cajero automático por tipo de transacción año 2019.*

| Tipo de Transacción | Media     | Mínimo    | Máximo    | Cuartil Inferior | Mediana   | Cuartil Superior |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| Propias             | 311,736   | 194,836   | 486,582   | 238,260          | 265,988   | 367,865          |
| Familias en acción  | 402,430   | 50,437    | 991,546   | 135,440          | 200,572   | 755,143          |
| Foráneas            | 3,940,483 | 3,105,046 | 4,890,986 | 3,402,036        | 4,026,471 | 4,426,847        |
| Internacional       | 66,062    | 23,646    | 101,835   | 45,153           | 58,469    | 98,219           |

*Nota:* Medidas de posición o de tendencia central de la variable utilidad cajero automático calle

35, referente solo al año 2019. expresada en miles de pesos.

## 6.2 Identificación del modelo

Para identificar el proceso del modelo ARIMA, se debe garantizar la estacionariedad de la serie de tiempo tanto en la media como en la varianza.

En la ilustración 6, se evidencia que la serie de tiempo de la utilidad de la calle 35 año 2015-2019 es estacionaria en la parte regular, puesto que no muestra tendencia, lo que es la primera evidencia de que la serie es estacionaria en media al fluctúa alrededor de un valor que permanece constante, por tal razón se afirma que esta serie al parecer su media es constante a lo largo de los años, de igual forma se confirma lo dicho anteriormente con la prueba de Dickey – Fuller, tabla 8, en donde el p-valor es 0.01 inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que significa que rechaza la hipótesis nula e indica que la serie es estacionaria en la parte regular.

### Tabla 8.

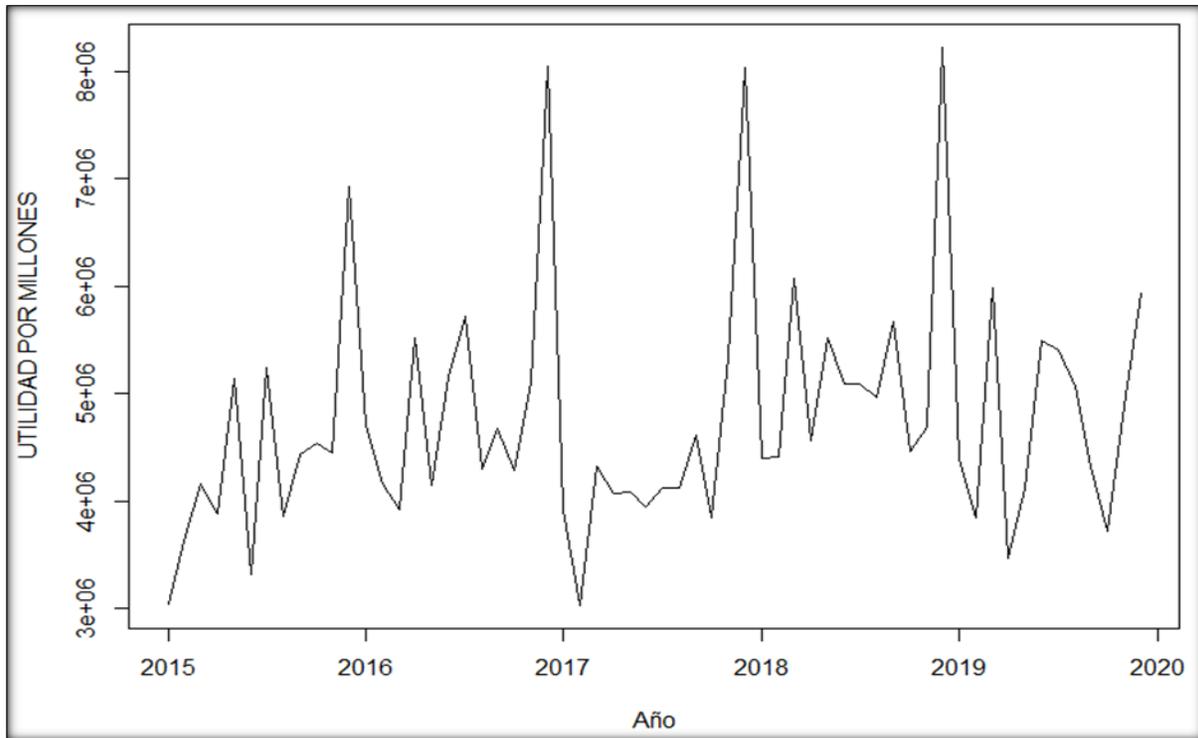
*Prueba realizada de estacionariedad.*

| <b>Prueba aumentada de Dickey-Fuller</b>                      |
|---|
| Datos: ATM.TS   |
| Dickey-Fuller = -4.2512, Orden de retraso = 3, p-valor = 0.01 |
| hipótesis alternativa: estacionaria                           |

*Nota:* Calculo de la prueba de Dickey-Fuller aumentada para el nulo de que la variable utilidad cajero automático tenga una raíz unitaria en su parte regular.

**Figura 6.**

*Evolución de la utilidad del cajero automático de la calle 35 año 2015-2019*

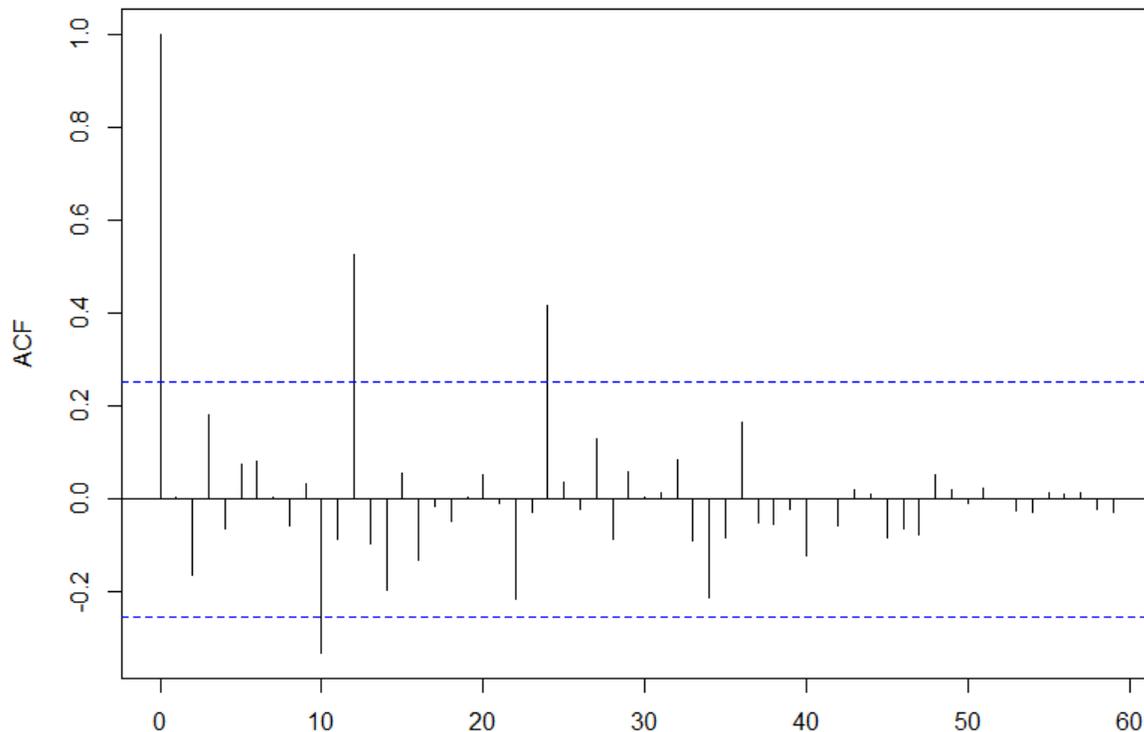


Como herramienta para la identificación del modelo, también se utiliza la función de autocorrelación (ACF) mostrada a través del correlograma simple de la ilustración 7, el cual indica estacionariedad en la parte regular puesto que los valores de la función presentan una caída rápida a cero.

En cuanto a los valores de la función que son los picos estacionales estos no caen rápido a cero lo cual da evidencia de la no estacionariedad en la parte estacional de la serie original.

**Figura 7.**

*Función de autocorrelación serie de tiempo original de la utilidad del cajero automático.*



El análisis anterior da evidencia que tenemos que eliminar la estacionalidad de la serie para que pueda ser estacionaria. Diferenciando la serie lograremos que se convierta a estacionaria. Se realiza la primera diferencia, ilustración 8, pero se logra identificar que la serie sigue sin ser estacionaria, en la parte estacional, se sigue viendo el componente estacional del periodo 12 en el ACF, de igual forma se le realiza la prueba de Dickey – Fuller, tabla 9, en donde el p-valor es 0.6891, superior al nivel de significancia de 0.05, lo que significa que no rechaza la hipótesis nula e indica que la serie aun no es estacionaria en la parte estacional.

**Tabla 9.**

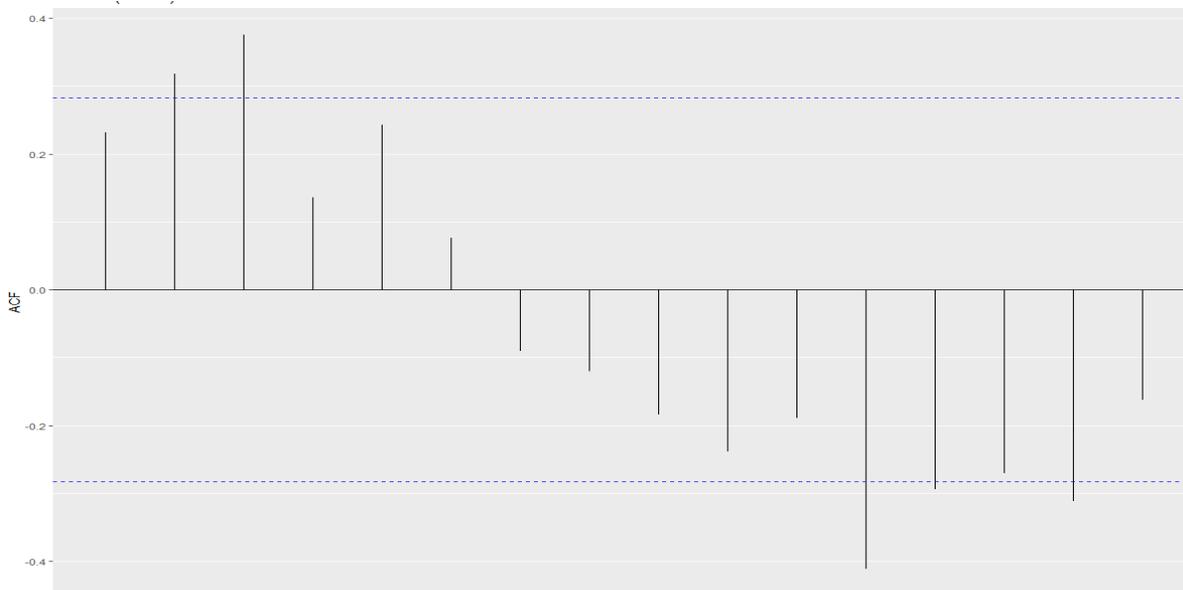
*Prueba de estacionariedad para la parte estacional.*

| <b>Prueba aumentada de Dickey-Fuller</b>                       |
|--|
| Datos: diff.12   |
| Dickey-Fuller = -1.712, Orden de retraso = 3, p-valor = 0.6891 |
| hipótesis alternativa: estacionaria                            |

*Nota:* Calculo de la prueba de Dickey-Fuller aumentada para el nulo de que la variable utilidad cajero automático tenga una raíz unitaria en su parte estacional.

**Figura 8.**

*Función de autocorrelación (ACF) de la diferencia estacional de la serie original utilidad del cajero automático.*



Se realiza una diferencia de la diferencia estacional, ilustración 9, donde evidencia que se ha eliminado el componente estacional de la serie original, observamos que la serie se parece bastante a una serie estacionaria, puesto que parece ser constante en media y varianza, para

asegurarnos aplicamos la prueba de Dickey – Fuller, tabla 10, en donde el p-valor es 0.01 inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que significa que rechaza la hipótesis nula e indica que la serie es estacionaria en la parte estacional.

**Tabla 10.**

*Prueba de estacionariedad parte estacional diferenciada.*

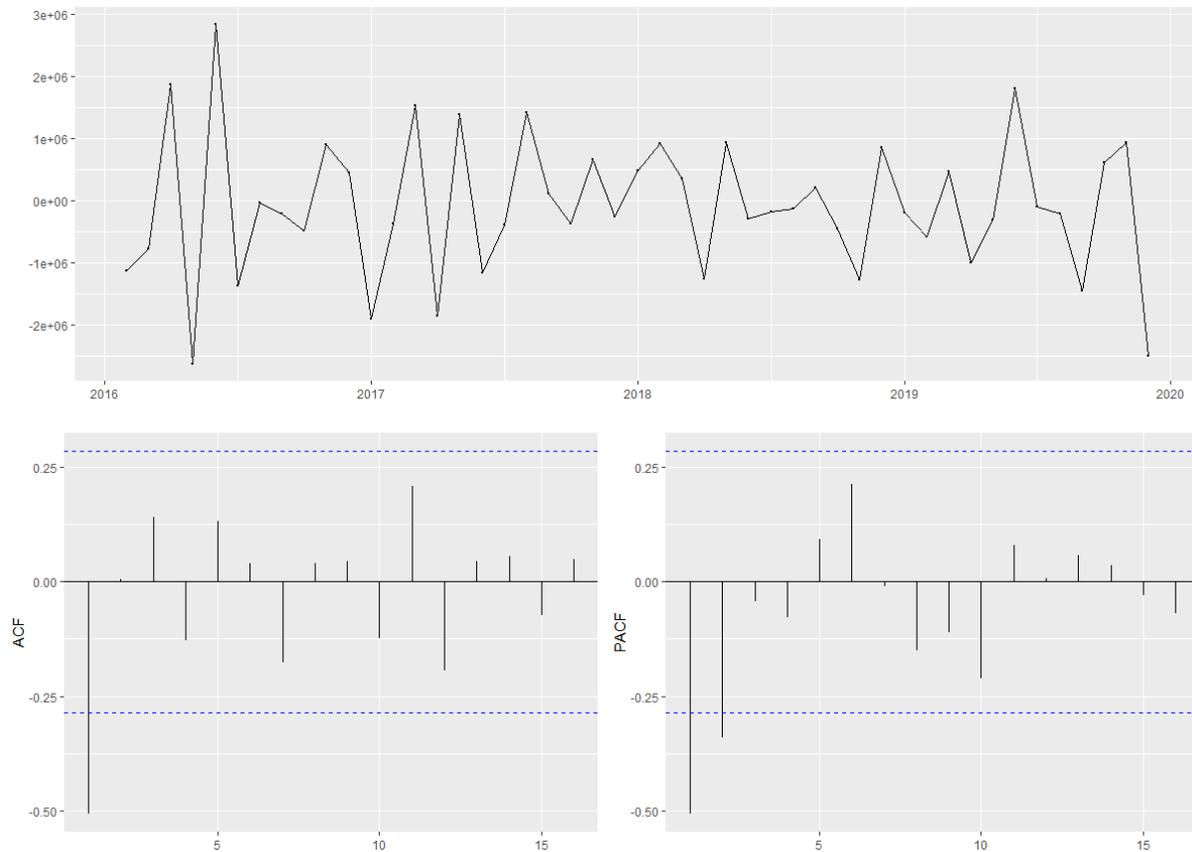
| <b>Prueba aumentada de Dickey-Fuller</b>                     |
|--|
| Datos: diff. diff.12   |
| Dickey-Fuller = -4.813, Orden de retraso = 3, p-valor = 0.01 |
| hipótesis alternativa: estacionaria                          |

*Nota:* Calculo de la prueba de Dickey-Fuller aumentada para el nulo de que la variable utilidad cajero automático tenga una raíz unitaria en su parte estacional diferenciada.

Adicionalmente para determinar si la serie ya consta de un proceso estacionario es necesario analizar la función de autocorrelación (ACF) ilustración 9, donde se observa que el proceso ya es estacionario puesto que todos los coeficientes se encuentran dentro de los límites azules a excepción del primero.

**Figura 9.**

*Diferencia de la diferencia estacional de la serie original utilidad del cajero automático.*



### 6.3 Estimacion del modelo arima $(P,D,Q) (P,D,Q)S$

Teniendo en cuenta los resultados analizados anteriormente se logra identificar que para que el proceso sea estacionario se debe establecer diferencia de la diferencia estacional de la serie de utilidad del cajero automático y para su parte regular no fue necesario diferenciar al no presentar tendencia.

El modelo propuesto es un modelo integrado  $[I(0,1)]$ , este corresponde a un modelo MA (1) y AR (1) en su parte no estacional y un MA (1) en su parte estacional. Esto se identificó con

anterioridad a través de los correlogramas de ACF PACF y por consiguiente es preciso decir que este modelo es un ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] cuyo resultado se evidencia en la tabla 11.

**Tabla 11.**

*Prueba z de coeficientes.*

| Columna1 | Coefficientes | Error estándar | Estadístico Z | P- valor      |
|----------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| AR1      | 0.86173       | 0.13769        | 6.2586        | 3.885e-10 *** |
| MA1      | -0.67329      | 0.16062        | 4.1918        | 2.767e-05 *** |
| SMA1     | -0.59167      | 0.23759        | -2.4903       | 0.01276 *     |

*Nota:* Inferencia para coeficientes estimados de la serie ya estacionaria, junto con su respectiva codificación de la significancia estadística (p-valor): 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1

Donde, los parámetros de los procesos AR y MA que resultan significativos son:

AR (1) 6.2586 parte regular o no estacional.

MA (1) -4.1918 parte regular o no estacional.

MA (1) -2.4903 parte estacional.

Una vez que se ha seleccionado el modelo tentativo, y al estimar los parámetros para el modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12], se presenta el criterio de información de Akaike (AIC) del modelo que es de 1450.66, al igual que el criterio Bayesiano (BIC) que es de 1458.14. Estos dos criterios tiene en cuenta la bondad del ajuste y el número de parámetros, junto con la cantidad total de datos.

La desviación media absoluta (MAE) con un 502708.3 y la desviación cuadrática media (RMSE) con un 689502.7 se identifican para medir el error del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]

Usando la notación ARIMA presentada anteriormente, el modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] planteado se presenta a continuación:

$$Y(t) = a_1 * Y(t - 1) + b_1 * e(t - 1) + B_1 * e(t - 12)$$

$$Y(t) = 0.86173 * Y(t - 1) + (-0.67329) * e(t - 1) + (-0.59167) * e(t - 12)$$

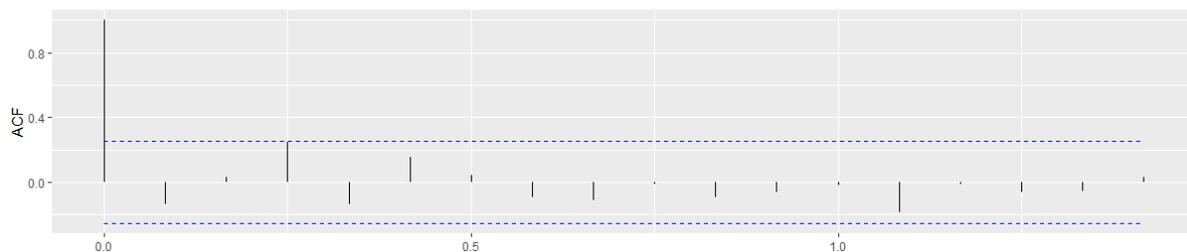
donde Y es la utilidad del cajero automático.

### 6.4 Diagnóstico del modelo

Con el objetivo de validar el modelo elegido que es ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12], a partir de los correlogramas, se usa la prueba de Box Ljung cuya hipótesis nula consiste en que los residuos del modelo ARIMA no tienen autocorrelación, con un  $p > 0.30$ , no rechaza la hipótesis nula. Los rezagos se mantienen dentro de los límites azules de ajuste del modelo en el ACF, ilustración 10, y se observa que los p- valores, ilustración 11, se distribuyen por encima de la banda azul, corroborando gráficamente la prueba de Ljung-Box, esto indica que el modelo es válido para pronosticar la utilidad del cajero automático a corto plazo.

**Figura 10.**

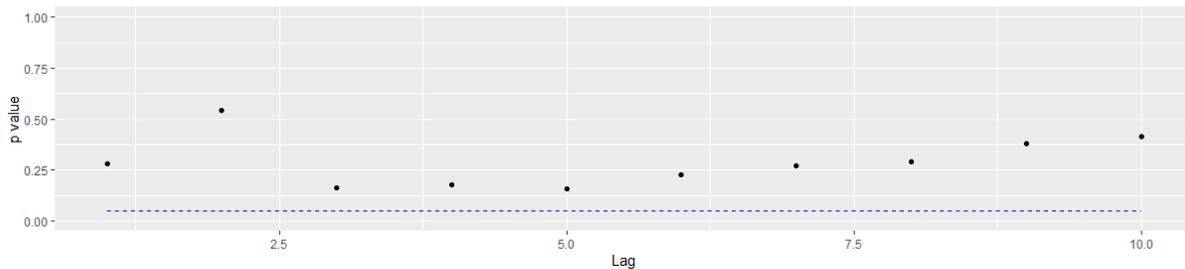
*Función de autocorrelación (ACF) de los residuos del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]*



**Figura 11.**

*Los (P- valores) para la prueba Box – Ljung de los residuos del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1)*

[12]



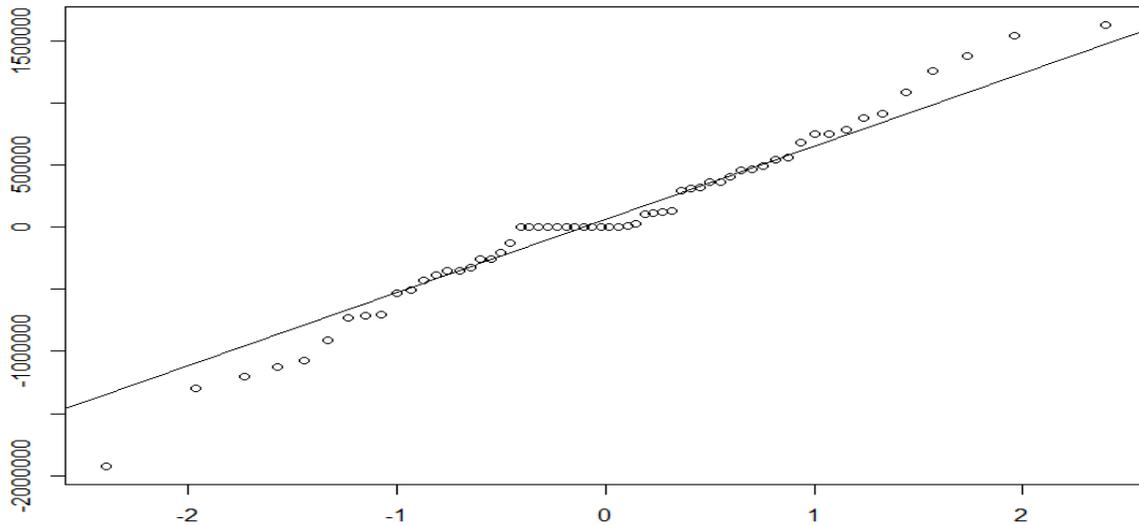
El diagrama Cuantil-Cuantil de los residuos del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] considerado para la serie de utilidad del cajero automático se muestra en la ilustración 12, utilizado para evaluar la normalidad de los residuos, muestra que los puntos parecen seguir la línea recta bastante de cerca, aunque en algunas partes parece desviarse un poco, pero esto no llevaría a rechazar la normalidad de los términos de error en este modelo.

Además, basándose en la prueba de Shapiro Wilks ( $W=0.98$ ,  $p>0.39$ ), los residuos siguen una distribución estadística normal.

**Figura 12.**

*Diagrama de Cuantil-Cuantil para evaluar normalidad de los residuales del modelo ARIMA*

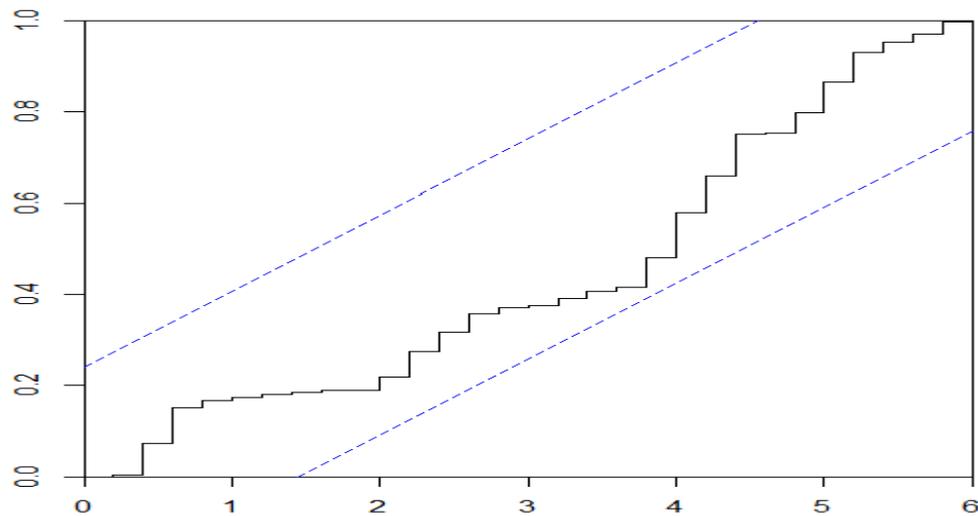
*(1,0,1) (0,1,1) [12]*



En el periodograma integrado de los residuos del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] reflejado en la ilustración 13, los cuales se evidencia que están dentro de los límites de las bandas azules, lo cual afirma que los residuos se distribuyen aleatoriamente, lo cual es prueba para decir que este modelo es adecuado y no es necesario buscar otro modelo.

**Figura 13.**

*Periodograma integrado de los residuos modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]*



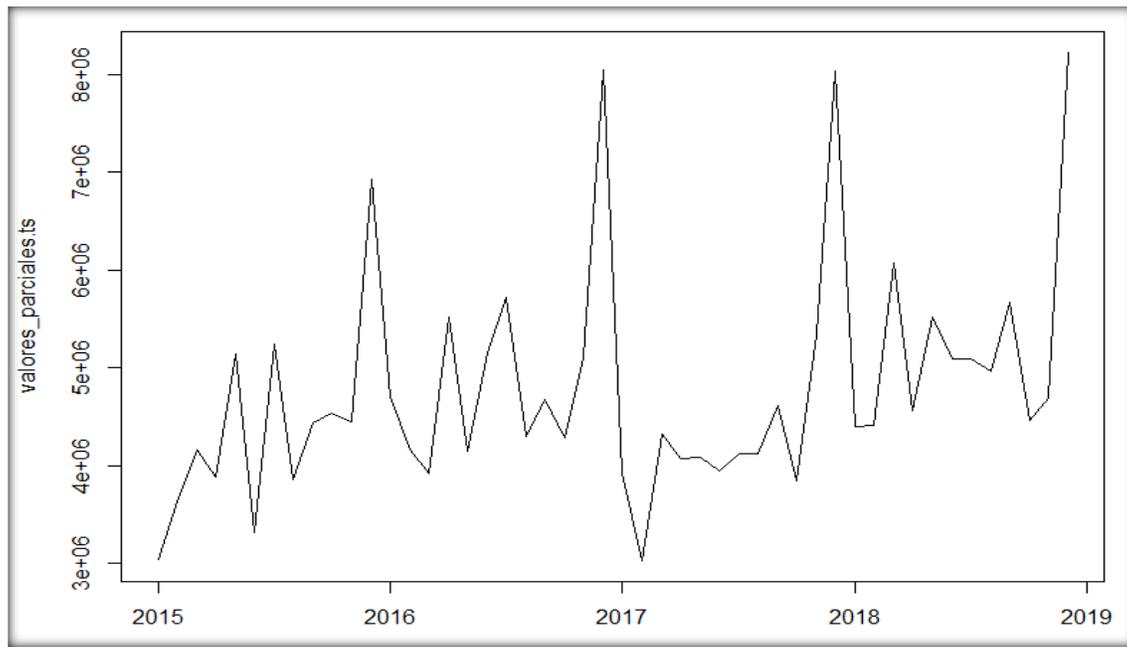
**6.5 Pronóstico del modelo estimado arima (1,0,1) (0,1,1) [12]**

Para el año 2019 se valida que el modelo estimado sea eficaz, y esto se debe hacer comparando los resultados obtenidos de un pronóstico para el año 2019 frente a las cifras de la utilidad del cajero automático reales de este mismo año. Si el modelo arroja valores cercanos a las cifras reales, se procede a proyectar la utilidad del cajero automático para el año 2020.

Con el ánimo de contrastar la serie original de la utilidad del cajero automático frente a la serie transformada, se realiza una prueba en la cual los últimos 12 valores de la serie original conocidos se retienen para valorar el modelo, ilustración 14, por tal razón solo se visualizan los valores parciales desde el año 2015 mes de enero, hasta el año 2018 mes de diciembre.

**Figura 14.**

*Serie de tiempo de valores parciales desde el año 2015 mes de enero, hasta el año 2018 mes de diciembre*



Los valores retenidos que corresponden a los últimos 12 meses se dejan por fuera para poder hacer el pronóstico de los valores parciales, tabla 8, en el cual se logra evidenciar que la validación es correcta puesto que los valores retenidos al pronosticarlos se sitúan dentro de los límites inferiores y superiores del 95 % al igual que los datos de la serie original del año 2019.

A través de la tabla 12, se logra identificar que con un intervalo de confianza del 95%, la utilidad en el mes de enero del año 2019 osciló entre \$3.109.552 pesos y \$7.993.175 pesos. Para el mes de febrero, la utilidad real del cajero automático fue de \$3.843.501 pesos fluctuando entre \$3.113.875 pesos y \$8.070.182 pesos. Y en el último mes, tanto la utilidad real percibida fue de \$5.937.288 pesos, oscilando entre \$2.907.828 pesos y \$9.147.716 pesos, lo cual indica que la calidad del modelo validado es buena para pronosticar el año 2020.

**Tabla 12.**

*Utilidad cajero automático real vs predicción de utilidad para el año 2019.*

| MES        | AÑO  | PREDICCIÓN | UTILIDAD REAL | LO 95%    | HI 95%    |
|------------|------|------------|---------------|-----------|-----------|
| ENERO      | 2019 | 5,551,363  | 4,396,475     | 3,109,552 | 7,993,175 |
| FEBRERO    | 2019 | 5,592,028  | 3,843,501     | 3,113,875 | 8,070,182 |
| MARZO      | 2019 | 5,633,222  | 5,979,433     | 3,114,137 | 8,152,307 |
| ABRIL      | 2019 | 5,674,945  | 3,474,206     | 3,110,131 | 8,239,759 |
| MAYO       | 2019 | 5,717,197  | 4,121,115     | 3,101,675 | 8,332,719 |
| JUNIO      | 2019 | 5,759,978  | 5,494,468     | 3,088,610 | 8,431,346 |
| JULIO      | 2019 | 5,803,288  | 5,399,188     | 3,070,806 | 8,535,770 |
| AGOSTO     | 2019 | 5,847,127  | 5,067,866     | 3,048,156 | 8,646,097 |
| SEPTIEMBRE | 2019 | 5,891,495  | 4,321,159     | 3,020,580 | 8,762,409 |
| OCTUBRE    | 2019 | 5,936,391  | 3,724,026     | 2,988,020 | 8,884,763 |
| NOVIEMBRE  | 2019 | 5,981,817  | 4,889,803     | 2,950,442 | 9,013,193 |
| DICIEMBRE  | 2019 | 6,027,772  | 5,937,288     | 2,907,828 | 9,147,716 |

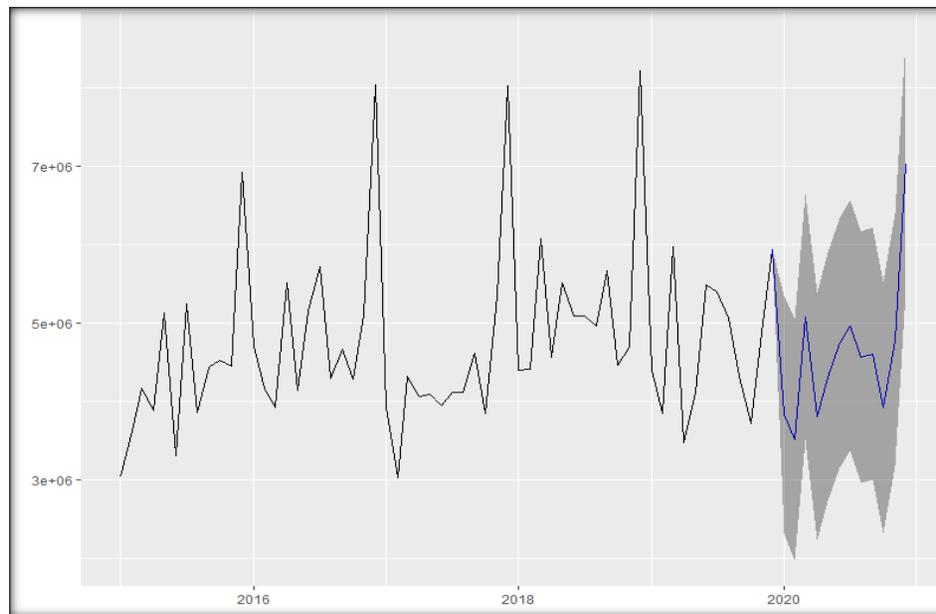
*Nota:* comparación de la predicción de la serie utilidad del cajero automático con la utilidad real del año 2019 en miles de pesos, el cual es el último año de la serie analizada, junto con los límites de confianza tanto inferiores como superiores al 95%.

Pronosticando el modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] de la serie transformada de la utilidad del cajero automático para el año 2020, visible en la ilustración 15, se logra identificar que la serie estimada se ajusta al comportamiento de la serie original en la cual se visualiza una leve disminución de la utilidad del cajero automático para este año.

Para el mes de enero se proyecta una utilidad de \$3,829,904 pesos aproximadamente, decreciendo en un 12.89% frente al mismo mes del año anterior, y finalizará con una utilidad para el mes de diciembre de \$7,025,421 pesos aproximadamente, creciendo en un 18.33% lo cual es mejor a la utilidad del mismo mes del año anterior (tabla 13).

**Figura 15.**

*Predicción de la utilidad del cajero automático para el año 2020*



**Tabla 13.**

*Valores proyectados de la utilidad del cajero automático para el año 2020.*

| MES        | AÑO  | PREDICCIÓN | LO 95%    | HI 95%    |
|------------|------|------------|-----------|-----------|
| ENERO      | 2020 | 3,829,904  | 2,316,048 | 5,343,760 |
| FEBRERO    | 2020 | 3,516,017  | 1,975,702 | 5,056,331 |
| MARZO      | 2020 | 5,079,673  | 3,520,003 | 6,639,343 |
| ABRIL      | 2020 | 3,808,695  | 2,234,809 | 5,382,581 |
| MAYO       | 2020 | 4,312,475  | 2,728,119 | 5,896,831 |
| JUNIO      | 2020 | 4,741,824  | 3,149,742 | 6,333,905 |
| JULIO      | 2020 | 4,967,128  | 3,369,341 | 6,564,914 |
| AGOSTO     | 2020 | 4,565,403  | 2,963,403 | 6,167,404 |
| SEPTIEMBRE | 2020 | 4,610,186  | 3,005,076 | 6,215,297 |
| OCTUBRE    | 2020 | 3,926,360  | 2,318,962 | 5,533,758 |
| NOVIEMBRE  | 2020 | 4,787,082  | 3,178,010 | 6,396,154 |
| DICIEMBRE  | 2020 | 7,025,421  | 5,415,137 | 8,635,704 |

*Nota:* valores proyectados de la predicción de la serie utilidad del cajero automático para el año

2020 en miles de pesos, junto con los límites de confianza tanto inferiores como superiores al 95%.

## 7. Conclusiones

Al lograr obtener la estacionariedad de la serie de tiempo original mediante la diferencia estacional aplicada a la utilidad del cajero automático, se establece mediante la función de autocorrelación (ACF) y función de autocorrelación parcial (PACF) (ilustracion10), el modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12].

El pronóstico obtenido para el año 2019 se ajusta a la utilidad real del cajero automático, (tabla 8), por lo cual se considera que el diagnóstico del modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12] es idóneo para proyectar la utilidad del cajero automático para el año 2020.

Según la proyección del año 2020 se espera que la utilidad del cajero automático de calle 35 tenga una leve disminución para el mes de enero en un 12.89% con relación al mismo mes del año anterior, pero al final del año la utilidad proyectada este mejor a la de finales del año anterior sobre un crecimiento del 18.33%.

Para el año 2020 se espera recibir cerca de 55 millones de pesos aproximadamente como utilidad del cajero automático de calle 35, (tabla 9), con un valor mínimo como en el mes de febrero por valor de \$3,516,017 pesos y un valor máximo de \$7,025,421 pesos en el mes de diciembre.

La utilidad de los cajeros automáticos es muy susceptible a cambios en función al tiempo, pero el modelo ARIMA seleccionado me permitió detectar los efectos de dichos cambios y determinar su proyección, que en este caso es la que mejor se ajusta a la realidad que vive la cooperativa en el mercado.

### Referencias Bibliográficas

- Arango, T. (2018, agosto, 23). Las entidades bancarias tienen 46,5 cajeros automáticos por cada 100.000 adultos. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.co/finanzas/cuantos-cajeros-automaticos-hay-en-colombia-2762514>
- Bowerman, B., O'Connell, R., Koehler, A., & Lozada, M. (2009). Pronósticos, series de tiempo y regresión: un enfoque aplicado. México: CENGAGE Learning.
- Brockwell, Peter J. & Davis, R. (2002). Introduction to Time Series and Forecasting. United States of America: Springer.
- Guerrero, V. (2003). Análisis estadístico de series de tiempo económicas. México: I.T.P. Latin América.
- La curiosa historia de cómo nació el cajero automático hace 50 años. (2017, junio, 27). *British Broadcasting Corporation*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40417156>
- Mendez, A. (2013). Series de tiempo: Una aplicación a registros hidrométricos en una cuenca del Estado de Oaxaca, México: UNAM
- Molano, Y. & Correa, Y. (2016). Predicción del fraude con tarjetas para una entidad financiera a través del modelo ARIMAX. (tesis de especialización). Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá, Colombia.
- Petovel, P. (2019, mayo, 24). La cantidad global de cajeros automáticos cayó por primera vez. *Merca 2.0*. Recuperado de <https://www.merca20.com/la-cantidad-global-de-cajeros-automaticos-cayo-por-primera-vez/>
- Redacción el tiempo. (1996, mayo, 13). Así funcionan los cajeros automáticos. *El tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-294175>

Rodríguez, P. & Esteves, P. (2010) Calendar effects in daily ATM withdrawals, *Economics Bulletin*, 30 (4), pp. 2587-2597. Recuperado de <http://www.accessecon.com/Pubs/EB/2010/Volume30/EB-10-V30-I4-P239.pdf>

[Reseña Histórica de Servibanca]. S.f. *Servibanca*: Colombia. Recuperado de <https://www.servibanca.com.co/quienes-somos>

Romero, V. (2015). Implementación de modelo para pronosticar variables en cooperativas: Caso Cobelen con cartera de créditos (tesis de maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

Rojas, A. (2016). Aplicación de modelos ARIMA para la proyección del recaudo del impuesto de industria, comercio, avisos y tableros ICA (tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander UIS, Santander, Colombia.

Wooldridge, J. (2006). *Introducción a la econometría un enfoque moderno*. Madrid, España: Paraninfo.

Wagner, M. (2010). Forecasting Daily Demand in Cash Supply Chains. *American Journal of Economics and Business Administration*, 2 (4): 377-383. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/985a/dd4ecfa6be7796b714ca489cd5550e0792a3.pdf>

Wang, Z. (2018) The Dynamic Analysis of the Cash Flows on ATM. *Journal of Computer and Communications*, 6, pp. 38-43. Recuperado de <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=84028>

## Apéndice

Los anexos corresponden al procedimiento del Código en el aplicativo R project descrito en el apéndice A. En cuanto a la base de datos es información confidencias de la cooperativa Financiera Comultrasan.

### Apéndice A. Código en R modelo ARIMA (1,0,1) (0,1,1) [12]

```
#PROYECTO DE GRADO modelo ARIMA basado en la metodología de BOX- jenkins
install.packages("MASS")
library(MASS)
install.packages("forecast")
library(forecast)
install.packages("urca")
library(urca)
datos = UTILIDAD.ATM#utilidad cajero automatico
ATM.TS= ts(datos$UTILIDAD.TOTAL.POR.MES, start = c(2015,1), end = c(2019, 12), freq =
12)#serie de tiempo de utilidad cajero automatico
plot.ts(ATM.TS,main="Evolucion de la utilidad del ATM de calle 35 año 2015-2019", xlab =
"Año", ylab = "UTILIDAD POR MILLONES")
install.packages("tseries")
library(tseries)
```

#1. Planteamiento de Hipótesis

#Ho: La serie es no estacionaria: Tiene raíz unitaria

#H1: La serie es estacionaria: No Tiene raíz unitaria

#2. Nivel de Significancia:  $\alpha = 0.05$

```
adf.test(ATM.TS)
```

```
acf(ts(ATM.TS,freq=1),100)
```

###1. IDENTIFICACION###

#transformacion de ST cuando es estacional y estacionaria

```
library(forecast)
```

```
ggseasonplot(ATM.TS,polar = TRUE,main='Análisis de Estacionalidad')
```

#me indica el numero de diferencias

```
ndiffs(ATM.TS)
```

```
nsdiffs(ATM.TS)
```

```
diff.12<-diff(ATM.TS, lag = 12)
```

```
autoplot(diff.12)
```

```
autoplot(acf((diff.12), plot = FALSE))
```

```
adf<-adf.test(diff.12)
```

```
adf$p.value
```

```
ggtsdisplay(diff(ATM.TS,12),main="Diferencia Estacional")
```

```
diff.diff.12<-diff(diff(ATM.TS, lag = 12))
```

```
autoplot(diff.diff.12)
```

```
autoplot(acf((diff.diff.12), plot = FALSE))
```

```
adf1<-adf.test(diff.diff.12)

adf1

adf1$p.value

ggtsdisplay(diff(diff(ATM.TS,12)),main="Diferencia de la diferencia estacional")

###identificacion del modelo estacional y estacionario

fit9<-arima(ATM.TS,order = c(1,0,1),seasonal = c(0,1,1))#

fit9

library("lmtest")

coeftest(fit9)

summary(fit9)

accuracy(fit9)

###3.DIAGNOSTICO###

#diagnostico del modelo

#Como parte del diagnostico del modelo, analizar los residuos y aplicar la prueba Ljung-Box

install.packages("forecast")

library(forecast)

install.packages("ggfortify")

library(ggfortify)

par(mfrow=c(1,1))

autoplot(acf(fit9$residuals, plot = FALSE))

autoplot(pacf(fit9$residuals, plot = FALSE))

ggtsdiag(fit9)

checkresiduals(fit9)
```

```

#prueba se shapiro wil
shapiro.test(fit9$residuals)

normalidad <-shapiro.test(fit9$residuals) # Test de Shapiro-Wilk

normalidad$p.value

#Pruebas de normalidad

qqnorm(residuals(fit9));qqline(residuals(fit9))

library(MASS)

cpgram(fit9$residuals)

####4. PREDICCION###

#prediccion del modelo

#prueba de prediccion

ATM.TS= ts(datos$UTILIDAD.TOTAL.POR.MES, start = c(2015,1), end = c(2019, 12), freq =
12)

plot.ts(ATM.TS,main="Evolucion de la utilidad del ATM de calle 35 año 2015-2019", xlab =
"Año", ylab = "UTILIDAD POR MILLONES")

ATM.TS.zoom = window(ATM.TS, start = c(2019, 1), end = c(2019, 12))

plot(ATM.TS.zoom, xlab = "T", ylab = "utilidad", bty = "l")

#prediccion del modelo final

prediccion2<-forecast(fit9, level = c(95), h = 12)

autoplot(prediccion2)

#Para obtener esos pronósticos en una matriz (donde se guardarán los pronósticos con los
intervalos de confianza solicitados), basta con realizar los siguiente:

```

```
matriz.prediccion2 <-data.frame(prediccion2$mean,prediccion2$lower,prediccion2$upper)
```

```
matriz.prediccion2
```