



**LOS LIBERTADORES**  
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**MODELO DE PRONÓSTICO PARA ESTIMAR EL COMPORTAMIENTO DE LA  
CARTERA VENCIDA PARA CRÉDITOS EN LA MODALIDAD CONSUMO  
FRENTE A LA TASA DE DESEMPLEO.**

**FORECAST MODEL FOR ESTIMATING THE BEHAVIOUR OF THE MATURED  
PORTFOLIO FOR LOANS IN THE CONSUMER MODE VERSUS THE  
UNEMPLOYMENT RATE.**

**Erick Steephen Saavedra Arias**

**essaavedraa@libertadores.edu.co**

**RESUMEN –**

El objetivo de este trabajo es proponer un modelo estadístico que permita analizar el efecto del desempleo en la calidad de la cartera para los productos de la modalidad consumo en las entidades financieras en Colombia. Para realizar el análisis se procede con una contextualización del funcionamiento y uso del Índice de Cartera Vencida dado que este elemento permite evaluar la calidad de la cartera en los establecimientos de crédito. Para identificar el modelo de pronóstico se utiliza la metodología de Box-Jenkins de series de tiempo y se propone el mejor modelo encontrado por los métodos SARIMAX



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**Palabras clave:** Índice de Cartera Vencida, Tasa de Desempleo, Modelo SARIMAX.

### ABSTRACT

The objective of this paper is to propose a statistical model that allows analyzing the effect of unemployment on the quality of the portfolio for the products of the consumption modality in financial institutions in Colombia. To carry out the analysis, a contextualisation of the functioning and use of the Expired Portfolio Index is carried out since this element allows to evaluate the quality of the portfolio in the credit institutions. To identify the forecast model, the Box-Jenkins time series methodology is used and the best model found by the SARIMAX methods is proposed, from which the corresponding forecasts are made, the results are analyzed and the best model is chosen.

**Keywords:** Mature Portfolio Index, Unemployment rate, Model SARIMAX.

### INTRODUCCIÓN

El sector financiero colombiano tiene distintas herramientas que le permiten medir y establecer a calidad de la cartera en los establecimientos de crédito, Estas mediciones no solo permiten evaluar la calidad de la cartera. Una de sus principales funciones es usar como mecanismo de alerta temprana y apoya la toma de decisiones con el fin de minimizar la ocurrencia de crisis bancaria. La calidad de esta cartera es sensible a deteriorarse por el no pago de las obligaciones. (Attiya Javid, 2013)



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

El principal factor utilizado en el sector financiero para medir la calidad de la cartera es el Índice de Cartera Vencida (ICV). Por otra parte, el sector financiero contiene 4 tipos de carteras, dentro de las cuales encontramos la cartera de consumo. Esta cartera contiene productos tales como Tarjeta de Crédito, créditos libre inversión y libranzas. A este tipo de productos tienen acceso todas aquellas personas naturales dentro de las cuales hay personas independientes y empleados.

Para entender el comportamiento de esta cartera es necesario analizar la existencia de variables macroeconómicas que puedan generar afectación directa. Dentro de esta amplia gama de variables a evaluar se hará énfasis en la tasa de desempleo. El presente artículo pretende centrar su investigación en analizar el efecto del desempleo sobre la calidad de la cartera vencida en la modalidad consumo en el sector financiero colombiano en un período de tiempo entre el año 2016 y 2021. Teniendo en cuenta que en este lapso se presentó la emergencia sanitaria y social causada principalmente por el COVID-19 que ha desembocado en una desaceleración económica.

### **REFERENTES TEORICOS**

#### **Tasa de desempleo (TD)**

Esta es la relación porcentual entre el número de personas que se encuentran en búsqueda de empleo y las personas económicamente activas. (DANE, s.f.)



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

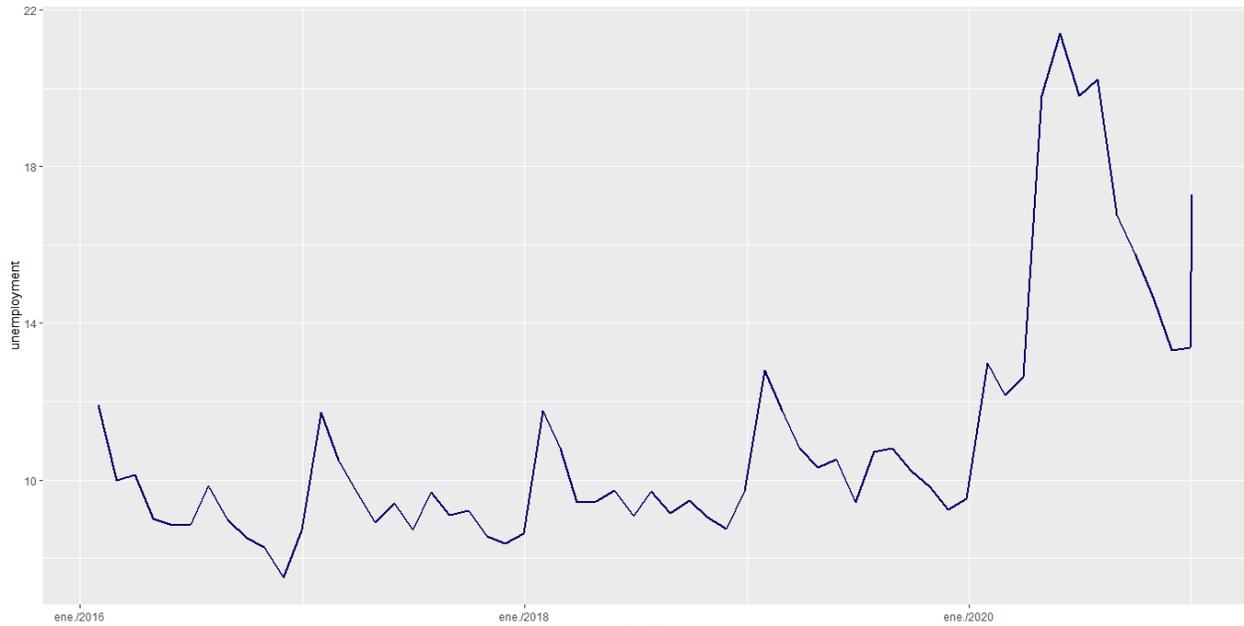


Figura 1. Evolución de la tasa de desempleo. Elaboración propia. (Banco de la República, 2021)

Se presenta una tasa mínima de desempleo se situaba en el 7.5% en noviembre de 2016 esto se presenta principalmente por el incremento de la tasa de ocupación en el sector rural y centros poblados. Dado que la tasa de desempleo en estas regiones se situó en el 4.1%, esto representa una disminución de 1.2 puntos porcentuales respecto al 2015. (DANE, 2016)

Frente a esta población actividades como la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca concentran en 60% de los puestos de trabajo, En el total nacional la concentración de puestos de trabajo se encuentran distribuidos en 27,5% comercio, hoteles y restaurantes, servicios comerciales, sociales y personales 19,5%. Estos sectores concentran el 47% del total de puestos de trabajo a nivel nacional en el año 2016. (DANE, 2016)



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Por otra parte, se presenta un pico en la tasa de desempleo esta se sitúa en el 21.38% en el mes de mayo de 2020. Esto como consecuencia de los efectos de la pandemia en la economía nacional, ya a partir de mediados del mes de mayo gran parte del aparato productivo en el país se encontraba paralizado. Los sectores que presentaron mayor afectación fueron el Actividades artísticas, entretenimiento, recreación y deportes presenta una variación de -30.1% respecto al mayo de 2020, Industrias manufactureras -27.2%, comercio y reparación de vehículos -17.4% entre otras. El sector de servicios públicos presentó una variación positiva del 28.2%. (DANE, 2020)

### **Indicador de Cartera Vencida (ICV)**

El Indicador de Cartera Vencida es una medida con la cual se modela el riesgo de crédito en el sistema bancario, también permite ver la calidad de la cartera. A mayor número de obligaciones con moras superiores a 31 días las entidades financieras deben generar provisiones que afectan el PYG de las compañías para solventar estas pérdidas.



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

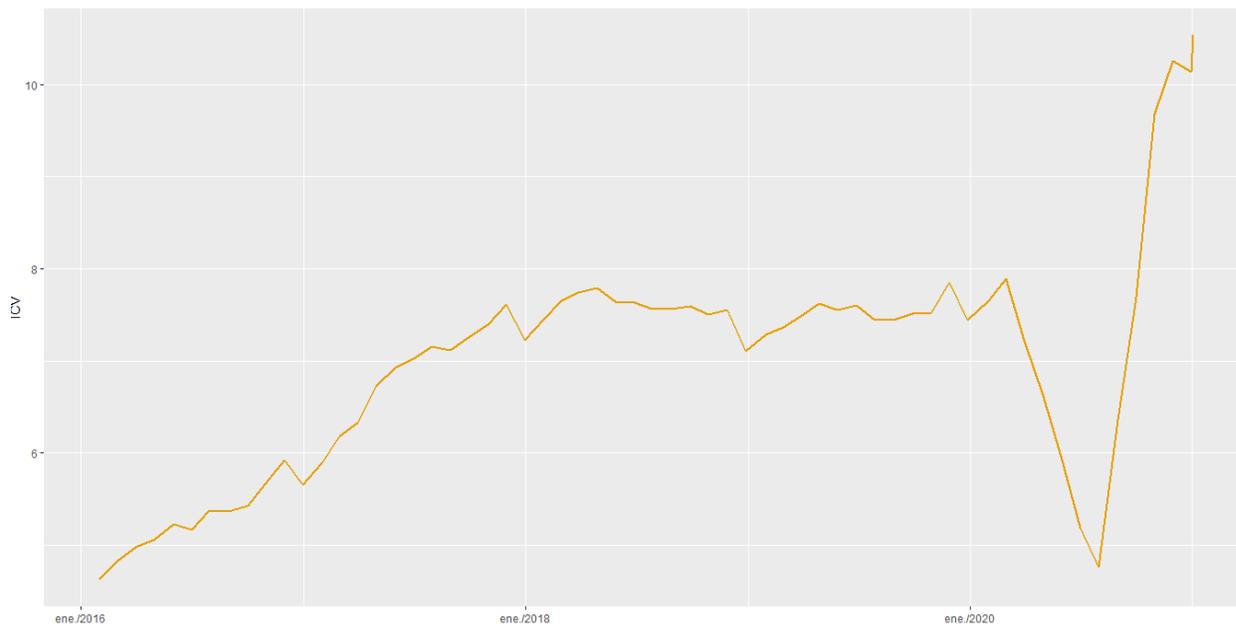


Figura 2. Evolución de la tasa de desempleo. Elaboración propia. (Banco de la República, 2021)

En enero de 2016 se presenta la tasa mínima de cartera vencida ubicándose en el 3.1%, la tasa máxima se presenta en el mes de enero de 2021 con un ICV de 6.4%, esto se debe, principalmente a que los primeros meses de la pandemia la Superfinanciera emite como medidas de acción y para evitar el deterioro de la cartera las circulares 007, 014 y 022 en donde se entregan a los clientes del sector financiero periodos de gracia, se permiten reestructuraciones a las obligaciones sin generar afectación en las centrales de riesgos, congelamiento en las tasas de interés, se abolen las cuotas de manejo, comisiones de suros entre otras. Estas acciones inicialmente tenían vigencia hasta el 31 de diciembre del 2020, por tanto, al finalizar estos beneficios que permitieron retrasar el deterioro de la cartera en el año anterior se generó un pico significativo a inicios del 2021.



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

### **Medidas de apoyo a los deudores afectados económicamente por el COVID-19**

Una vez se decreto la cuarentena estricta en el país la Super Intendencia Financiera de Colombia tomó la decisión de emitir un paquete de medidas que permitan evitar el deterioro de la cartera bancaria mediante otorgamiento de periodos de gracia, congelamiento de tasas de interes, el no cobro de intereses de mora, la abolición del cobro de cuota de manejo, comisiones y seguros de diferimeinto. Adicionalmente, permitió a los clientes ajustar el plazo de sus obligaciones.

Todo esto sujeto a analisis de riesgo por parte de las entidades bancarias y condiciones de mora. Como medidas complementarias a las inicialmente ordenadas, se crea el PAD (El Programa de Acompañamiento a Deudores) este programa le permitio a los clientes redefinir las condiciones de sus obligaciones a las inicialmente pactadas. Estas medidas fueron generadas mediante las Circulares Externas n° 007, 014, 022 con vigencia al 31 de diciembre de 2020 que posteriormente mediante la Circular Externa 039 se daría alcance a la vigencia del programa PAD hasta el 30 de junio de 2020. (Super Financiera de Colombia, 2020)

En el 2020 se beneficiaron 13,6 millones de personas con estas medidas en todas las carteras la suma asiende a \$260,13 billones de pesos. (Portafolio, 2021)

### **METODOLOGÍA**

#### **Criterio BIC**

El criterio de información Bayesiano (BIC), es una medida alternativa para el AIC con este se pretende obtener información del mejor modelo que se puede utilizar. Este se define como

$$BIC = -2 \log(L) + k \log(T),$$



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Donde  $k$  es el número de parámetros que varían ( $k = p + q$  en los modelos ARMA) y  $T$  es la cantidad de datos disponibles. (FORERO, 2018)

### Modelo SARIMAX

Los modelos auto regresivos integrados de medias móviles estacional con variables explicativas, es una estructura de modelamiento que es similar a un modelo SARIMA sin embargo como adición puede capturar información sobre variables exógenas que permiten entender y generar pronóstico de la variable de estudio. El modelo que describe la relación entre  $y$  en un tiempo  $t$  en términos de  $r$  observaciones anteriores de  $x$  está dado por: (FORERO, 2018)

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \beta_0 x_{t-1} + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_r x_{t-r} + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$$

donde  $\alpha, \beta_i, \phi_j, \theta$  con  $i = 0, \dots, r, j = 1, \dots, p, k = 1, \dots, q$  son parámetros fijados y  $\epsilon_t \sim RB(0, \sigma^2)$ .

Finalmente, el modelo puede ser escrito como

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D y_t = \theta(B)\Theta(B^s)\epsilon_t + \sum_{j=1}^r \beta_j x_{t-j}$$

### Modelo ARIMA

En modelo autorregresivo integrado de promedio móvil la estacionariedad se define, como la constancia en media, varianza y covarianza de una serie de tiempo. Se usa para poder abordar escenarios más generales que involucran un supuesto de estacionariedad que no se cumple, es necesario introducir el operador diferencia. Sea  $\{y_t\}$  una serie de tiempo. Se definen los operadores diferencia y desfase como (FORERO, 2018):



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

$$\Delta^n y_t = \Delta^{n-1} y_t - \Delta^{n-1} y_{t-1} = \sum_{r=0}^n (-1)^r \binom{n}{r} y_{t-r}.$$

### RESULTADOS

#### Análisis descriptivo de las series

En la figura 3 se observa el comportamiento de la serie del Índice de Cartera Vencida (ICV) y la tasa de Desempleo entre enero de 2016 y enero de 2021. El principal incremento que se observa en la ICV y principal decrecimiento en la Tasa de Desempleo se relaciona principalmente con la emergencia sanitaria generada por el COVID-19 que tuvo inicios a mediados del mes de marzo del año 2020. Este fenómeno generó el cierre total de la economía provocando una caída económica del 6,8% en el producto Interno Bruto (PIB), siendo esta la mayor caída económica presentada en la historia reciente del país, la cual, esta precedida por la presentada en la crisis de 1999.

En las series se puede observar un comportamiento constante principalmente para la tasa de desempleo en donde los últimos meses del año se presenta una disminución en la tasa de desempleo dada principalmente por las vacantes de temporadas decembrinas y un incremento significativo a partir del mes de enero dado que para estas fechas el sector comercial presenta una disminución en su nivel de ventas. Por otra parte, el comportamiento del a ICV presentan un crecimiento contante hasta el año 2018 y posteriormente su comportamiento es constante hasta el año 2020, en donde los primeros meses de la pandemia se presenta una disminución



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

significativa, esta disminución se da principalmente por los beneficios otorgados a los clientes de acuerdo con los Circulares Externas generadas por la Super Intendencia Financiera para mitigar los efectos de la pandemia en las carteras de crédito.

Sin embargo, este efecto es transitorio y se presenta un incremento significativo en el ICV a partir del mes de octubre de 2020.

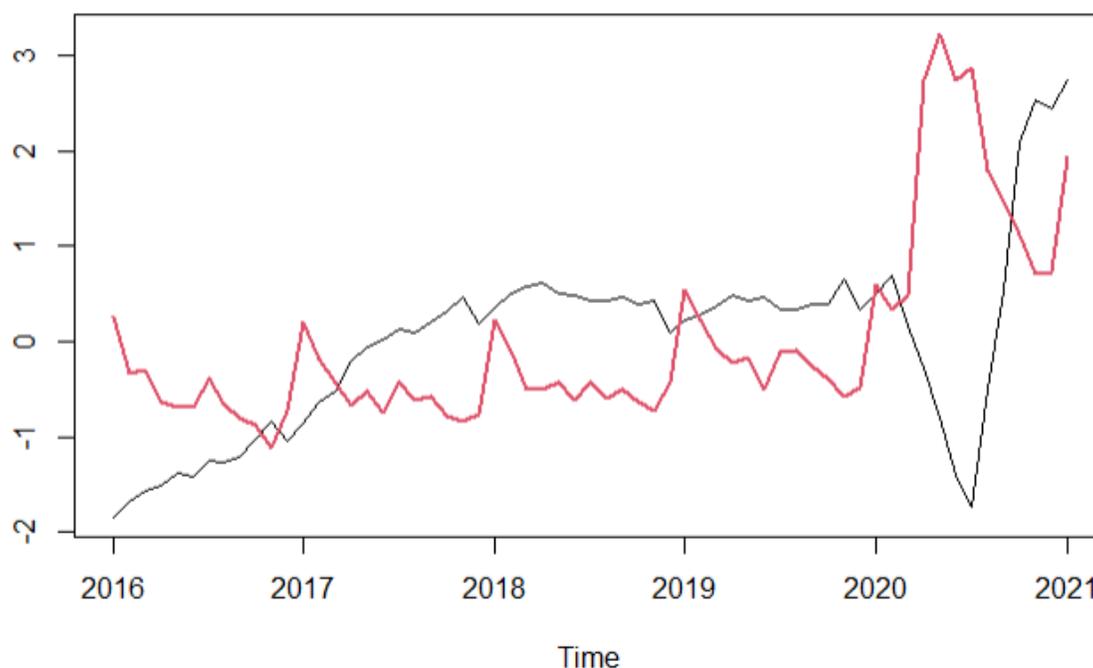


Figura 3. Evolución de las tasas ICV y desempleo. Elaboración propia. (Banco de la República, 2021)

### **Estacionariedad de las Series.**

Como condición previa para la identificación de modelos estadísticos según la metodología KPSS test se realizará una prueba de raíz unitaria, en donde, se busca una tendencia de estacionariedad. Esto permite identificar si la serie de tiempo presenta una tendencia



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

estacionaria a pesar de presentar tendencias crecientes o decrecientes en el tiempo de forma transitoria que posteriormente convergerá a la media. (DataCamp, 2021)

Serie	KPSS test 1%	Test-Statistic	Resultado
ICV	0.739	0.2516	Tendencia Estacional
Diff ICV	0.739	0.112	Tendencia Estacional
DESEMPLEO	0.739	0.8714	Tendencia no Estacional
Diff DESEMPLEO	0.739	0.1248	Tendencia Estacional

Tabla 1. Pruebas de tendencia estacionaria de las series de tiempo. Elaboración propia.

### Evaluación y Pronostico SARIMAX

Bajo la metodología SARIMAX se evaluaron 5 modelos, de los cuales se eligió el modelo descrito en la tabla 2, para el cual se utilizaron como variables regresoras la tasa de desempleo con 1 rezago, por otra parte, se ingresa una variable en donde se busca simular el efecto que presentó la aplicación de las circulares 007, 014, 022 y 039 en el comportamiento de la ICV.

Nombre	Descripción	BIC	Box.Test	Jarque.Bera	Dickey-Fuller
Mod2i	* SARIMAX (2,1,2) (1,0,0) [12] * Variable exógena: Tasa de desempleo * Variable Simulada: Circulares Externas Superfinanciera *Rezagos: 1	22.453	0.9533	0	0,01

Tabla 2. Pruebas modelo SARIMAX. Elaboración propia.



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Este modelo presenta explicación en el componente autorregresivo y de medias móviles con un componente estacional, por tanto, la ecuación puede expresarse como:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D y_t = \theta(B)\Theta(B^s)\epsilon_t + \sum_{j=1}^r \beta_j x_{t-j}$$

### Validación del Modelo

- Inversos de las raíces de los polinomios autorregresivos y medias móviles.

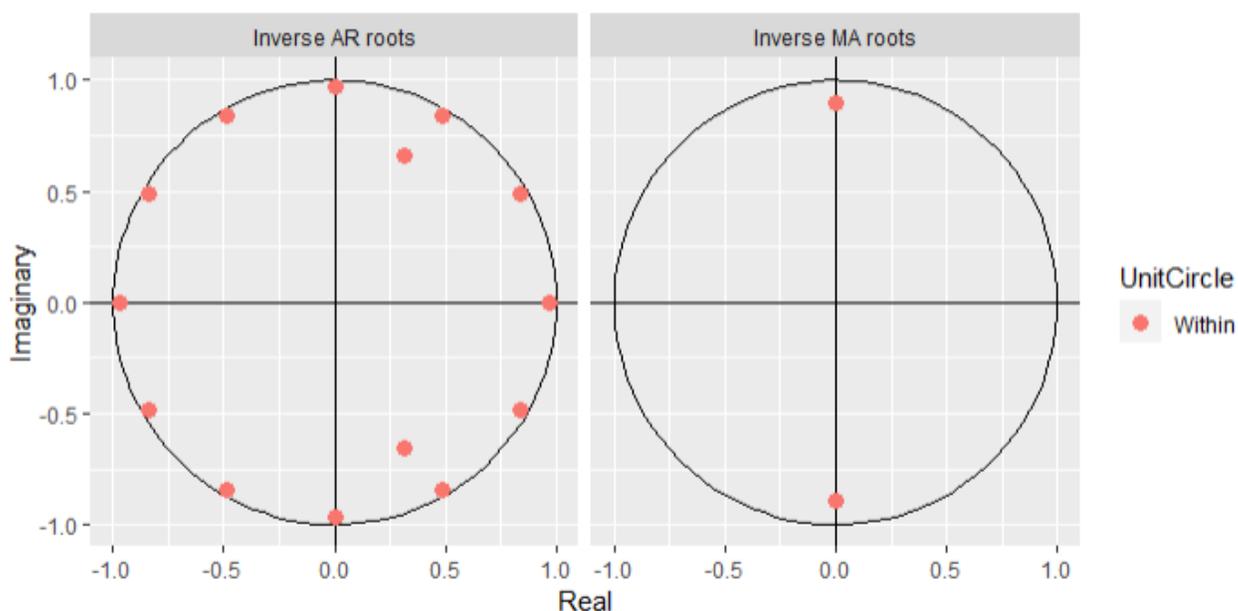


Figura 4. Prueba inversos de raíces de los polinomios. Elaboración propia.

Se evidencia que las raíces del autorregresivo y de las medias móviles se ajustan en el modelo dado que sus valores se ubican en el círculo unitario.

- Estimativas estadísticamente significativas



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	Signif
<b>ar1</b>	0,633	0,120	5	1,33E-04	***
<b>ar2</b>	-0,530	0,123	-4	1,70E-02	***
<b>ma2</b>	0,804	0,078	10	< 2,2e-16	***
<b>sar1</b>	0,693	0,118	6	3,74E-06	***
<b>UN</b>	-0,058	0,024	-2	0,01791	*
<b>ext</b>	-1,006	0,202	-5	6,51E-04	***

(Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1)

Tabla 3. Estimativas SARIMAX. Elaboración propia.

El modelo planteado se explica con dos auto regresiones, es significativo con la segunda media móvil y por otra parte este modelo se explica con una estacionalidad de 12 meses, esto significa que la Cartera Vencida tiende a deteriorarse los primeros meses de cada año. Como variable adicional, se incluye una simulación que explica las medidas tomadas por la Super Intendencia Financiera de Colombia para evitar el deterioro masivo de la cartera.

Esta última variable simulada es significativa y aporta al modelo, indica que en el período de marzo a diciembre apporto a contener el deterioro de la cartera causado principalmente por un incremento en la tasa de desempleo.



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

- Análisis de los residuos.

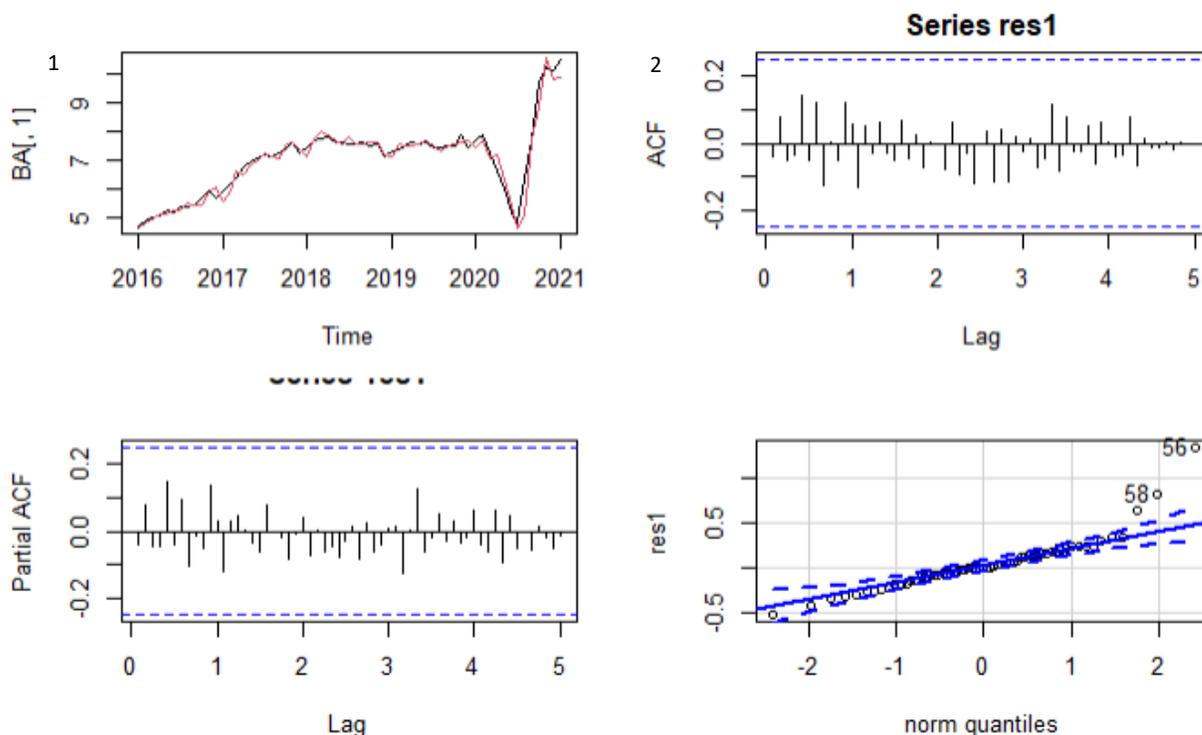


Figura 5. Prueba inversos de raíces de los polinomios. Elaboración propia.

Se observa que los valores ajustados se ajustan a los del ICV, presentando una leve variación en los últimos tres periodos en donde el modelo se atenúa y se ajusta. Por otra parte, se puede evidenciar que en las gráficas de las pruebas ACF y PACF los residuos del modelo no presenta outliers, razón por la cual las pruebas soportan y respaldan que este modelo que explican el comportamiento de las variables.

En la prueba QQ-Plot se puede observar un comportamiento normal de los residuos, sin embargo, se presentan 3 outliers que explican el incremento de tasa a partir del mes de



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

septiembre de 2020, estos valores no se pueden extraer del modelo dado que permiten explicar el comportamiento de la cartera de consumo durante la pandemia.

### Pronostico

Con el fin complementar el pronostico para el comportamiento de la cartera vencida para la cartera de consumo en el sector financiero, se procedió a complementar el modelo de pronostico con un modelo adicional que permitiera pronosticar el comportamiento de la Tasa de Desempleo.

Nombre	Descripción	BIC	Box.Test	Jarque.Bera	Dickey-Fuller
Mod4i	* ARIMA (0,1,1) (1,0,0) [12]	216.6137	0.9656	0	0,01

Tabla 5. Estimativas ARIMA. Elaboración propia.

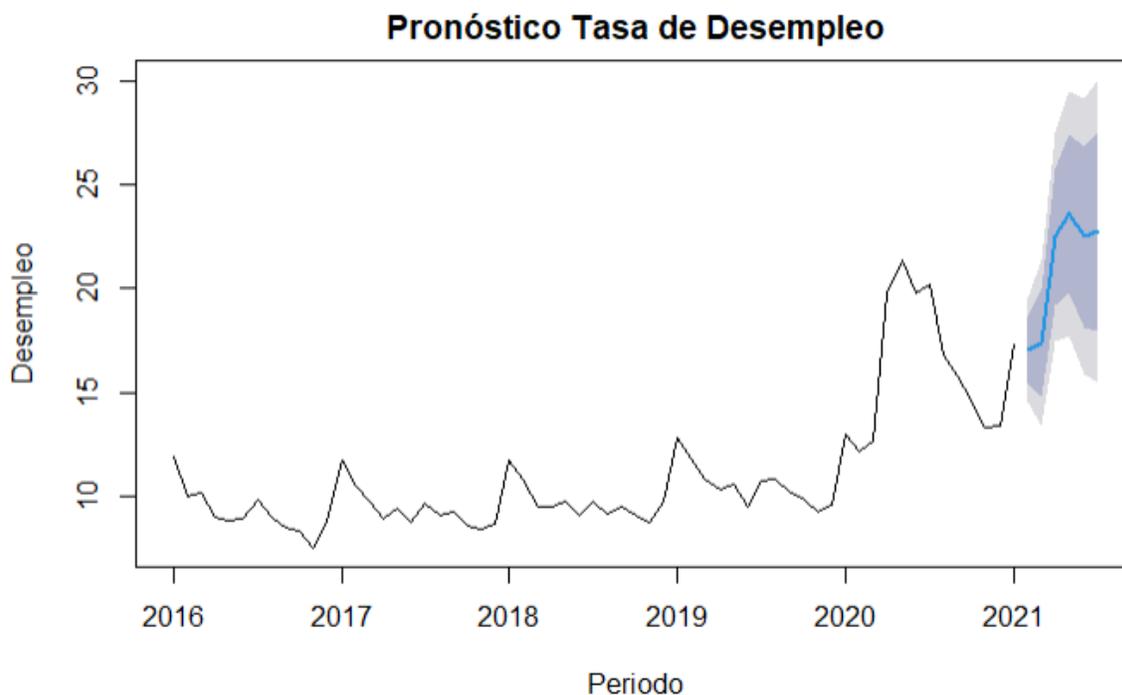


Figura 6. Pronóstico Tasa de Desempleo. Elaboración propia.



## Pronóstico Índice de Cartera Vencida

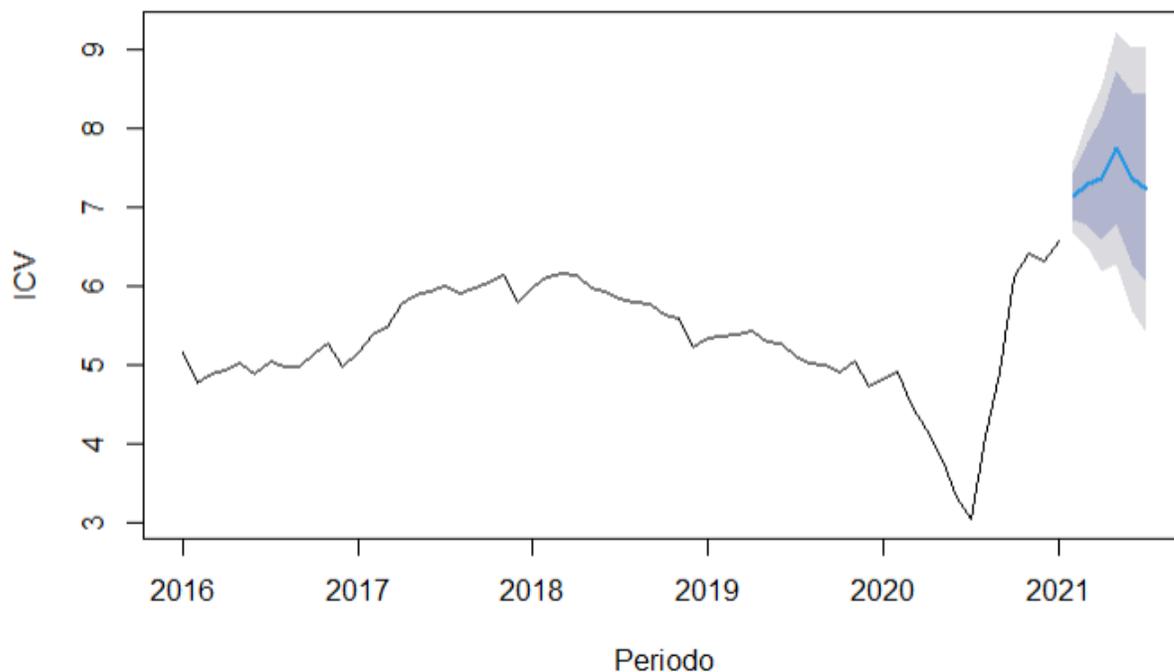


Figura 7. Pronóstico ICV. Elaboración propia.

date	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
feb-21	7.146.931	6.851.721	7.442.141	6.695.446	7.598.415
mar-21	7.311.726	6.788.221	7.835.232	6.511.094	8.112.359
abr-21	7.377.497	6.602.227	8.152.767	6.191.824	8.563.170
may-21	7.765.141	6.800.501	8.729.780	6.289.852	9.240.429
jun-21	7.365.227	6.273.447	8.457.006	5.695.494	9.034.959
jul-21	7.236.740	6.043.614	8.429.865	5.412.012	9.061.468

Tabla 6. Estimativas SARIMAX. Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

Al presentarse un incremento en la tasa de desempleo esta afectación se trasladará de forma inmediata en la calidad de la cartera inicialmente a una reducción parcial o total de los ingresos los clientes dejarán de cumplir con sus obligaciones. Sin embargo, es importante resaltar que una obligación genera afectación en la cartera vencida toda vez esta cumpla más



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

de 30 días de no pago, razón por la cual el modelo explica que las cifras son explicativas con un rezago.

En el modelo se incluyó una variable simulada la cual pretendía afectar el modelo basado en las medidas tomadas por la Super Intendencia Financiera mediante las Circulares Externas 007, 014 y 022 en donde su finalidad era propender a disminuir la afectación causada por la emergencia sanitaria en donde la tasa de desempleo alcanzó un punto máximo del 21.2% en el mes de marzo del 2020, se puede evidenciar que las medidas tomadas de brindar periodos de gracia, reducción en cuotas, congelamiento en las tasas de interés y el eliminar los costos por transacciones permitió retrasar de forma temporal un incremento en el deterioro de cartera. Para el mes de noviembre se evidencia un incremento en el ICV sin embargo la afectación presentada en la variable no es significativa debido a que la tasa de desempleo para este mes frente al mes de marzo había presentado una disminución de 8 puntos porcentuales.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Attiya Javid, M. B. (2013). Impact of Macroeconomic Forces on Nonperforming Loans: An Empirical Study of Commercial Banks. *Transactions on Business and Economics*, 40-43.
- Banco de la República. (31 de Agosto de 2016). *Banco de la República*. Obtenido de Banco de la República: <https://www.banrep.gov.co/es/comunicado-31-08-2016>
- Banco de la República. (31 de Octubre de 2020). *Banco de la República*. Obtenido de Banco de la República: <https://www.banrep.gov.co/es/reunion-jdbr-septiembre-2020-decision-sobre-tasa-interes-intervencion>
- Banco de la República. (2021). *Banco de la República*. Obtenido de Banco de la República: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-ocupacion-y-desempleo>



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

DANE. (2016). *PRINCIPALES INDICADORES DEL MERCADO LABORAL - BOLETÍN TÉCNICO*. BOGOTÁ: DANE.

DANE. (2020). *Principales indicadores del mercado laboral - BOLETÍN TÉCNICO*. BOGOTÁ: DANE.

DANE. (s.f.). *DANE*. Obtenido de DANE:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral>

DataCamp. (2021). *RDocumentation*. Obtenido de RDocumentation:

<https://www.rdocumentation.org/packages/tseries/versions/0.10-48/topics/kpss.test>

FORERO, S. L. (2018). *Propuesta de un 'índice SIPSA para el*. Bogotá: Fundación Universitaria los Libertadores-Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas .

Portafolio. (06 de Enero de 2021). *Portafolio*. Obtenido de Portafolio:

<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/deudas-en-2020-se-beneficiaron-13-6-millones-de-deudores-548051>

Super Financiera de Colombia. (17 de Marzo de 2020). *Siper Financiera de Colombia*. Obtenido de Super Financiera de Colombia: <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/10103421>