

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROYECCIÓN DE LA MOROSIDAD DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES
ECONÓMICAS DE LA CARTERA DE CRÉDITO DEL SISTEMA FINANCIERO DE
COSTA RICA POSTERIOR A LA PANDEMIA DE COVID-19

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión
del Programa de Posgrado en Economía para optar al grado y título de Maestría
Profesional en Riesgos y Finanzas

PÉREZ STANLEY CARLOS ANDRÉS
QUIRÓS MUÑOZ KIMBERLY CAROLINA
VARGAS AZOFEIFA LUIS FERNANDO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2023

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de investigación a nuestros padres, madres y hermanos por el apoyo brindado en nuestras vidas, por enseñarnos a perseguir nuestros sueños pues por ellos estamos aquí, a nuestras parejas por el apoyo emocional y siempre estar de nuestro lado y quienes nos inspiran a ser la mejor versión de nosotros mismos.

Agradecimientos

Agradecimiento a todos nuestros profesores, profesoras y mentores durante el programa de maestría y durante el proceso de investigación pues todos y todas han sido parte de nuestro camino y sus enseñanzas han sido claves para el desarrollo y conclusión de la investigación.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de de Posgrado en Economía de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Riesgos y Finanzas”

M.Sc. Andrea Ballesteró Álvarez
**Representante de la Decana
Sistema de Estudios de Posgrado**

M.Sc. José Pablo Barquero Romero
Profesor guía

M.Sc. César Andrés Ulate Sancho
Lector

M.B.A. Johnny Monge Mata
Lector

Dr. Edgar Robles Cordero
Director Programa de Posgrado en Economía

Carlos Andrés Pérez Stanley
Sustentante

Kimberly Carolina Quirós Muñoz
Sustentante

Luis Fernando Vargas Azofeifa
Sustentante

Tabla de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Tabla de contenido	v
Resumen	vii
Lista de tablas	viii
Lista de ilustraciones	ix
Lista de abreviaturas	xi
Conceptos relevantes	xii
Capítulo 1	1
Introducción	1
Justificación	2
Planteamiento del problema	3
Objetivo principal	4
Objetivos específicos	4
Limitaciones	5
Capítulo 2	6
Marco teórico	6
Tipo de enfoque investigación	6
Diseño de investigación	6
Alcance	6
Fuentes de información	7
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	8
Ámbito de estudio en el que se realizará el proyecto	8
Origen de la banca y estructura de regulación en Costa Rica	11
Antecedentes de las variables exógenas	14
Determinantes macroeconómicos de la morosidad bancaria	17
Capítulo 3	22
Marco metodológico	22
Selección de las variables a endógenas y exógenas	22
Modelos econométricos estudiados	25
Supuestos aplicados para las proyecciones	34
Capítulo 4	35

Resultados	35
Método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)	35
Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF)	48
Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG)	59
Modelo Autorregresivo Integrado de Medida Móvil (ARIMA)	69
Capítulo 5	81
Conclusiones	81
Recomendaciones	83
Referencias	84
Anexo	88
Anexo 1 Descomposición multiplicativa de variables endógenas	88
Anexo 2 Tablas de correlación de las variables endógenas y exógenas	90
Anexo 3 Resultados de las propiedades de MCO construcción	92
Anexo 4 Resultados de las propiedades de MCO comercio	97
Anexo 5 Resultados de las propiedades de MCO consumo	102
Anexo 6 Resultados de las propiedades de MCO servicios	106
Anexo 7 Resultados de las propiedades de MCGF de construcción	110
Anexo 8 Resultados de las propiedades de MCGF de comercio	111
Anexo 9 Resultados de las propiedades de MCGF de consumo	111
Anexo 10 Resultados de las propiedades de MCGF de servicios	112
Anexo 11 Resultados de las propiedades de MCG de construcción	113
Anexo 12 Resultados de las propiedades de MCG de comercio	113
Anexo 13 Resultados de las propiedades de MCG de consumo	113
Anexo 14 Resultados de las propiedades de MCG de servicios	114
Anexo 15 Resultados de las propiedades de ARIMA de construcción	114
Anexo 16 Resultados de las propiedades de ARIMA de servicios	116
Anexo 17 Resultados de las propiedades de ARIMA de consumo	117
Anexo 18 Resultados de las propiedades de ARIMA de comercio	118
Anexo 19. Plan de trabajo	119

Resumen

La presente investigación analiza cual es el modelo óptimo para estimar la morosidad mayor a 90 días de las cuatro principales actividades económicas de la cartera de crédito del sistema financiero de Costa Rica. Al aplicar los siguientes modelos: Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF), Mínimos Cuadrados Generalizados (MCO) y Autorregresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA).

Adicionalmente, para cada uno se pronostica cual sería la evolución futura en 2022 y 2023, posterior a la crisis económica y sanitaria que se produjo a raíz de la pandemia durante 2020 y 2021. Por lo tanto, este trabajo es de utilidad para aquellas entidades financieras cuyas carteras poseen segmentos de: construcción, consumo, comercio y servicios, como material de apoyo para sus gestiones de cobro y toma de decisiones.

Lista de tablas

Tabla 1 Bancos del Sistema Financiero	9
Tabla 2 Variables endógenas y exógenas	22
Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción.....	36
Tabla 4 Resultados de la regresión de comercio	40
Tabla 5 Resultados de la regresión de consumo	43
Tabla 6 Resultados de la regresión de servicios.....	46
Tabla 7 Resultados MCGF de construcción	50
Tabla 8 Resultados MCGF de comercio.....	52
Tabla 9 Resultados MCGF de consumo.....	55
Tabla 10 Resultados MCGF de servicios	57
Tabla 11 Resultados MCG de construcción.....	61
Tabla 12 Resultados MCG de comercio.....	63
Tabla 13 Resultados MCG de consumo.....	65
Tabla 14 Resultados MCG de servicios	68
Tabla 15 Resultados de ARIMA construcción	71
Tabla 16 Resultados de ARIMA servicios	73
Tabla 17 Resultados de ARIMA consumo	76
Tabla 18 Resultados de ARIMA comercio	79
Tabla 19 Comparación criterio de información de Akaike (AIC).....	81
Tabla 20 Resultado de proyecciones para cada actividad económica.....	82

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Cartera de crédito por actividad económica	10
Ilustración 2 Evolución de la Banca en Costa Rica	12
Ilustración 3 Estructura del Sistema Financiero	13
Ilustración 4 Evolución IMAE.....	14
Ilustración 5 Evolución Inflación y sus tipos.....	15
Ilustración 6 Evolución tipo de cambio.....	16
Ilustración 7 Evolución tasas de interés	17
Ilustración 8 Estacionalidad morosidad por actividad económica	19
Ilustración 9 Evolución de la morosidad mayor a 90 días serie nominal.....	21
Ilustración 10 Evolución de la morosidad mayor a 90 días serie tendencia ciclo	21
Ilustración 11 Criterio de mínimos cuadrados	26
Ilustración 12 Resultado de la proyección MCO construcción.....	38
Ilustración 13 Resultado de la proyección MCO comercio	42
Ilustración 14 Resultado de la proyección MCO consumo.....	44
Ilustración 15 Resultado de la proyección MCO servicios.....	47
Ilustración 16 Resultado de la proyección MCGF construcción	51
Ilustración 17 Resultado de la proyección MCGF comercio.....	53
Ilustración 18 Resultado de la proyección MCGF consumo.....	56
Ilustración 19 Resultado de la proyección MCGF servicios	58
Ilustración 20 Resultado de la proyección MCG construcción.....	62
Ilustración 21 Resultado de la proyección MCG comercio	64
Ilustración 22 Resultado de la proyección MCG comercio	66
Ilustración 23 Resultado de la proyección MCG servicios.....	69
Ilustración 25 Proyección de ARIMA construcción	72
Ilustración 26 Proyección ARIMA servicios.....	74
Ilustración 26 Proyección ARIMA consumo	77
Ilustración 28 Proyección ARIMA comercio	80
Ilustración 29 Descomposición multiplicativa de comercio	88
Ilustración 30 Descomposición multiplicativa de servicios	88
Ilustración 31 Descomposición multiplicativa de consumo.....	89
Ilustración 32 Descomposición multiplicativa de construcción.....	89
Ilustración 33 Correlación de Construcción	90
Ilustración 34 Correlación de Comercio.....	90
Ilustración 35 Correlación de servicios	91
Ilustración 36 Correlación de Consumo.....	91
Ilustración 37 Prueba de normalidad en construcción	92
Ilustración 38 Distribución de residuos construcción.....	93
Ilustración 39 Representación de linealidad en construcción	93
Ilustración 40 Residuos vs valores ajustados construcción	94
Ilustración 41 Prueba de Heterocedasticidad en construcción	94
Ilustración 42 Grafico de residuos construcción.....	95
Ilustración 43 Prueba ACF construcción	95

Ilustración 44 Representación de linealidad en comercio	97
Ilustración 45 Residuos vs valores ajustados comercio.....	97
Ilustración 46 Prueba de normalidad en comercio.....	98
Ilustración 47 Distribución de residuos comercio	99
Ilustración 48 Prueba de Heterocedasticidad en comercio	99
Ilustración 49 Grafico de residuos comercio.....	100
Ilustración 50 Prueba ACF comercio.....	100
Ilustración 51 Prueba de normalidad en consumo.....	102
Ilustración 52 Distribución de residuos consumo	103
Ilustración 53 Representación de linealidad en consumo	103
Ilustración 54 Residuos vs valores ajustados consumo.....	104
Ilustración 55 Prueba de Heterocedasticidad en consumo	104
Ilustración 56 Grafico de residuos consumo.....	105
Ilustración 57 Prueba ACF comercio.....	105
Ilustración 58 Prueba de normalidad en consumo.....	106
Ilustración 59 Distribución de residuos consumo	107
Ilustración 60 Representación de linealidad en consumo	107
Ilustración 61 Residuos vs valores ajustados consumo.....	108
Ilustración 62 Prueba de Heterocedasticidad en consumo	108
Ilustración 63 Grafico de residuos consumo.....	109
Ilustración 64 Prueba ACF comercio.....	110
Ilustración 65 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA construcción	115
Ilustración 66 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA servicios	116
Ilustración 67 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA consumo.....	117
Ilustración 68 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA consumo.....	118

Lista de abreviaturas

Banco Central de Costa Rica: CCR

Clasificación Industrial Internacional Uniforme: CIU

Consejo Nacional de Supervisión del Sistema Financiero: CONASSIF

Coronavirus: COVID-19

Criterio de información de Akaike: AIC

Función de Regresión Muestral: FRM

Función de Regresión Poblacional: FRP

Índice de Precios al Consumidor: IPC

Índice de Tipo de Cambio Efectivo Real: ITCER

Índice Mensual de Actividad Económica: IMAE

Mercado de Monedas Extranjeras: MONEX

Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF)

Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica: COMEX

Producto Interno Bruto: PIB

Superintendencia General de Entidades Financieras: SUGEF

Conceptos relevantes

Coeficiente de correlación: es la medida específica que cuantifica la intensidad de la relación lineal entre dos variables en un análisis de correlación (JMP Statistical Discovery, s.f.).

Correlación: es una medida estadística que expresa hasta qué punto dos variables están relacionadas linealmente (JMP Statistical Discovery, s.f.).

Estacionalidad: es la repetición de determinadas variaciones en alguna variable cada cierto período, normalmente igual o menor a un año. En períodos más amplios se suele hablar de ciclos, aunque las variaciones cíclicas no son tan frecuentes como las estacionales (BBVA, 2022).

Índice de Precios al Consumidor (IPC): es un instrumento estadístico que permite medir la evolución a través del tiempo, de los precios de un conjunto de bienes y servicios representativos del consumo final de los hogares, relacionando siempre el precio del mes actual con respecto al mes anterior (INEC, 2021).

Índice de Tipo de Cambio Efectivo Real (ITCER): es un indicador de la evolución de la variable de tipo de cambio real (TCR) para la economía costarricense (Álvarez & León, 2013).

Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE): es un índice de quantum tipo Laspeyres y mide la evolución de la actividad económica, aproximando el comportamiento mensual del valor agregado de las diferentes industrias incluidas en el cálculo del Producto Interno Bruto (BCCR, 2022).

Mercado de Monedas Extranjeras (MONEX): constituye el medio por el cual sus participantes negocian entre sí operaciones de compra y de venta de divisas (BCCR, 2022).

Tasa de desempleo: Porcentaje de la población desempleada respecto a la fuerza de trabajo (BCCR, 2022).

Tasa preferencial (Prime): es una tasa de interés determinada por bancos individuales. A menudo se usa como tasa de referencia (también llamada tasa base) para muchos tipos de préstamos, incluidos los préstamos para pequeñas empresas y los préstamos con tarjeta de crédito (FED, 2022). En Costa Rica, se usa como tasa de referencia para créditos en dólares.

Variables endógenas: es aquella cuyo valor está determinado por las relaciones establecidas dentro del modelo en el que está incluida (Andrés & López, 2018).

Variables exógenas: es aquella cuyo valor está determinado por factores externos al modelo en el que se incluye (Francisco & Andres, 2019).

Variables nominales: son variables que se expresan en unidades monetarias corrientes; es decir, a precios del periodo al que se refieren (Jiménez, 2012).

Variables reales: son variables que se expresan a precios de un periodo determinado o periodo base (que es un periodo determinado con características de normalidad); es decir, a precios constantes de dicho periodo base para eliminar la variación de precios y tomar en cuenta solo los cambios en cantidades (Jiménez, 2012).

Capítulo 1

Introducción

La experiencia internacional ha demostrado que la mayor parte de las crisis bancarias son resultado del riesgo de crédito (SUGEF, 2019), es por ello que su estudio juega un papel importante dentro de las instituciones financieras. Al ser la cartera de crédito el principal activo de un banco es vital que se evalúe la exposición y sobre ello realizar simulaciones que predigan el impacto que tendría el incumplimiento de los deudores.

Un aumento en la morosidad y una mala gestión, pueden perjudicar la rentabilidad, propiciando una ruptura en la rotación de fondos. Esto, a su vez lleva a otros problemas de liquidez y solvencia si se empiezan a generar pérdidas sostenidas y déficits de provisiones (Vera & Irene, 2007).

Es importante que se aplique una correcta administración del riesgo de crédito, ya que ello permite maximizar la tasa de rendimiento ajustada por el riesgo del banco, manteniendo la exposición al riesgo de crédito dentro de límites aceptables (Comisión de Basilea de Supervisión de Bancos, 1999). Se debe de analizar el riesgo inherente tanto en la cartera total como cada operación de forma individual, también si existen relaciones del riesgo de crédito con otros riesgos. La administración eficaz del riesgo de crédito es un componente crítico de un enfoque completo de la administración del riesgo y es esencial para el éxito a largo plazo de cualquier organización bancaria (Comisión de Basilea de Supervisión de Bancos, 1999).

En Costa Rica, la Superintendencia General de Entidades Financieras (SUGEF), que está bajo el órgano colegiado de dirección superior llamado CONASSIF, promueve dentro de las entidades financieras supervisadas la realización de pruebas prospectivas que permitan dimensionar los riesgos financieros y de mercado a los que podría verse expuesto. .

De las pruebas prospectivas que solicita la SUGEF a las entidades bancarias, se toman de referencia estas pruebas para el presente trabajo de investigación, con el objetivo de estimar la morosidad mayor a 90 días de las principales actividades económicas del sistema financiero de Costa Rica y realizar una prueba prospectiva para el periodo de pandemia 2020 hasta 2022 de cómo se hubiera comportado la morosidad.

Justificación

La crisis económica y sanitaria producida a raíz de la pandemia por COVID-19, generó tanto a nivel internacional como local, el establecimiento de duras medidas sanitarias, como restricciones de circulación, aforos en establecimientos, hasta cierre de ciertos comercios por meses que provocaron la bancarrota de algunas empresas de pequeño y mediano tamaño, los restantes que quedaron aún heridos y han pasado por un proceso lento de recuperación.

Ante tal situación coyuntural, los efectos del COVID-19 se manifestaron también en variables macroeconómicas, a nivel local como internacional, incidiendo directa e indirectamente sobre la cartera crediticia de los bancos del sistema financiero nacional y las distintas actividades económicas. Esto se tradujo en un aumento de la morosidad bancaria y una disminución de las utilidades por el incremento del gasto por estimación. A pesar de que en 2020 se otorgaron facilidades para alivianar la carga de los deudores ya sea por aumento de plazo o ajustes a nivel de tasa de interés.

Actualmente, tras haber transcurrido poco tiempo después de la crisis económica provocada por la pandemia y al permanecer la incertidumbre en la economía, el presente proyecto de investigación expone por medio de un modelo econométrico la morosidad mayor a 90 días de las principales cuatro actividades económicas de las carteras de crédito del sistema financiero nacional para finales de diciembre del 2023.

Finalmente, se espera que el presente análisis sea de utilidad y apoyo para las entidades financieras de Costa Rica. Ya que proporciona un panorama del presente año de la evolución de la morosidad en dichas actividades económicas, y ello orientaría la toma de decisiones en cuanto a la colocación del crédito.

Planteamiento del problema

La crisis económica sobre la economía internacional y nacional asociada al COVID-19, impactó severamente los ingresos de las distintas actividades económicas, ello generó que aquellos que tenían obligaciones con las entidades financieras incumplieran con los pagos de los distintos productos de crédito. Lo cual obligó a la SUGEF a tomar medidas regulatorias, entre las que se destacan (SUGEF, 2021):

- Excepciones de las operaciones especiales, en torno a la cantidad de modificaciones, periodos de gracia y plazo
- Excepciones en cuanto a la capacidad de pago, el cual se pospuso el estrés en seguimiento
- Entre otros

Lo anterior representaba un alivio financiero para los deudores a lo largo de 2020 a 2022. Sin embargo, varias actividades económicas en especial las pequeñas y medianas empresas presentaban una lenta recuperación que se mantiene hasta la fecha producto de las consecuencias de la pandemia sobre las variables macroeconómicas y otras afectaciones externas como lo son la crisis de Rusia y Ucrania, crisis de los contenedores, menor crecimiento de socios comerciales, etc.

El problema es un deterioro mayor de su cartera de crédito total y por actividad económica para el mediano y largo plazo. Ya que al ser el crédito el activo más importante y estar amenazado ante la continua incertidumbre de la coyuntura, atenta nuevamente contra los ingresos de las entidades financieras.

Objetivo principal

Estimar la morosidad mayor a 90 días más el cobro judicial de las principales actividades económicas de las carteras de crédito del sistema financiero de Costa Rica.

Objetivos específicos

1. Analizar distintos modelos econométricos para modelar la morosidad para cada una de las actividades económicas elegidas.
2. Proyectar con el modelo elegido la morosidad mayor a 90 días esperado para cada una de las actividades económicas a diciembre del 2023.

Limitaciones

Las principales limitaciones presentadas a lo largo de esta investigación son:

- Limitaciones en la accesibilidad de los datos:
 - dada la confidencialidad de la información no es posible acceder a la cantidad de clientes por entidad del sistema financiero, a los cuales se les ha otorgado periodos de gracia o medidas especiales sobre sus operaciones crediticias.
 - No es posible desagregar la base de datos por tipo de moneda de los créditos ya sea en colones, dólares o euros. Únicamente se utiliza la base consolidada a colones.
- Al utilizar variables macroeconómicas como variables independientes, es posible que las variables a seleccionar no posean un nivel de significancia al 5% y se debe de optar por el criterio experto de dejar la o no dentro del modelo.

Capítulo 2

Marco teórico

Tipo de enfoque investigación

El tipo de investigación utilizado es el enfoque cuantitativo, el cual utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

Diseño de investigación

La presente investigación posee un diseño no experimental, el cual consiste en no hacer variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre las variables dependientes (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

Adicionalmente, de los tipos de diseños no experimentales el estudio posee la característica de los transeccionales correlacionales que, según Liu, 2008 y Tucker, 2004, citados en Sampieri, Collado, & Lucio, 2014, consiste en describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado del tiempo.

Alcance

El alcance que tiene la presente investigación es del tipo correlacional, ya que consiste en conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

Los estudios correlacionales evalúan primeramente la relación entre cada una de estas y luego cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones, las correcciones resultantes sustentan las hipótesis sometidas a prueba (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014). Existen riesgos asociados a este tipo de alcance es una correlación espuria, la cual consiste en una aparente relación pero que en realidad no sea así.

En la presente investigación, se examina la relación de la morosidad mayor a 90 días por actividad económica y las variables macroeconómicas locales e internacionales, las cuales se abordarán más adelante. Cuando exista una correlación positiva, significa que los

valores de ambas variables tienden a incrementarse juntos. Caso contrario, si existe una correlación negativa, existe un comportamiento inverso, mientras una se incrementa la otra disminuye.

Fuentes de información

A continuación, se presentan los principales estudios empíricos tanto nacionales como internacionales que estudian la morosidad bancaria, sus determinantes y en algunos casos modelos econométricos para aproximar el comportamiento futuro. Para sintetizar la información se colocarán únicamente los nombres de los autores y el título:

1. Edmundo Ocaña Mazón; 2017: "Determinantes de la morosidad en el sistema bancario ecuatoriano".
2. Esteban Ramírez Hernández; 2021: "Mejora de la planeación financiera mediante el cálculo de proyección de las comisiones por servicios usando variables macroeconómicas, en la Dirección Corporativa de Finanzas del Banco Nacional de Costa Rica".
3. Gustavo Cubillo-Salas, Daniela Salas Calvo, María Jimena Ruiz Rivera, Alexander Viquez Brenes; 2021: "Deuda morosa del sector crediticio no regulado en costa rica".
4. Isabel Mercedes Arroyo Cajas; 2021:" Modelo econométrico aplicado para determinar el comportamiento de la cartera de microcrédito de los bancos privados del Ecuador especializados en microcrédito en el periodo 2007-2019".
5. Jessica Antonella Arbulu Castillo; 2020: "determinantes microeconómicos de la morosidad de la banca múltiple del Perú en el 2010-2017".
6. Jorge L. Altuve, Alberto José Hurtado Briceño, 2018:" Análisis de los factores que influyen en la morosidad del sistema bancario venezolano (2005-2015)".
7. Juan Eduardo Lewis Mena; 2004: "Determinación de las causas de morosidad en la cartera de crédito del banco nacional de costa rica, sucursal paraíso de Cartago".
8. Leonardo Vera y Irene Costa; 2007: "Estimación y Proyección de la Calidad de la Cartera de Crédito utilizando Variables Macroeconómicas: Un estudio para Venezuela".
9. Marlon Yong Chacón y Max Alberto Soto Jiménez; 2010:" Ciclo económico y mora legal en el sistema financiero costarricense".

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos utilizados a lo largo de la investigación fueron tomadas de los portales web de la Superintendencia General de Entidades Financieras y el Banco Central de Costa Rica. La periodicidad se encuentra disponible de manera mensual. La transformación estadística como lo son: variaciones mensuales, conversión de las variables nominales a reales (excluyendo el efecto inflacionario) y la tendencia ciclo fueron realizadas por los autores del presente trabajo¹.

Las herramientas utilizadas para el modelado de los datos es Rstudio y la base de datos en Microsoft Excel.

Ámbito de estudio en el que se realizará el proyecto

El área de estudio abarca un periodo de diciembre 2012 a octubre 2022, de la cartera en morosidad mayor a 90 días de los bancos del Sistema Financiero de Costa Rica. No se toma en consideración las cooperativas, mutuales y financieras.

A continuación, en la Tabla 1 Bancos del Sistema Financiero, se señalan los bancos por tipo de sector.

¹ Los autores de este documento dan fe de que los datos extraídos, así como los resultados obtenidos no poseen ningún tipo de manipulación, de igual manera se ha respetado la autoría, diseños e ideas de las fuentes de información consultadas o utilizadas.

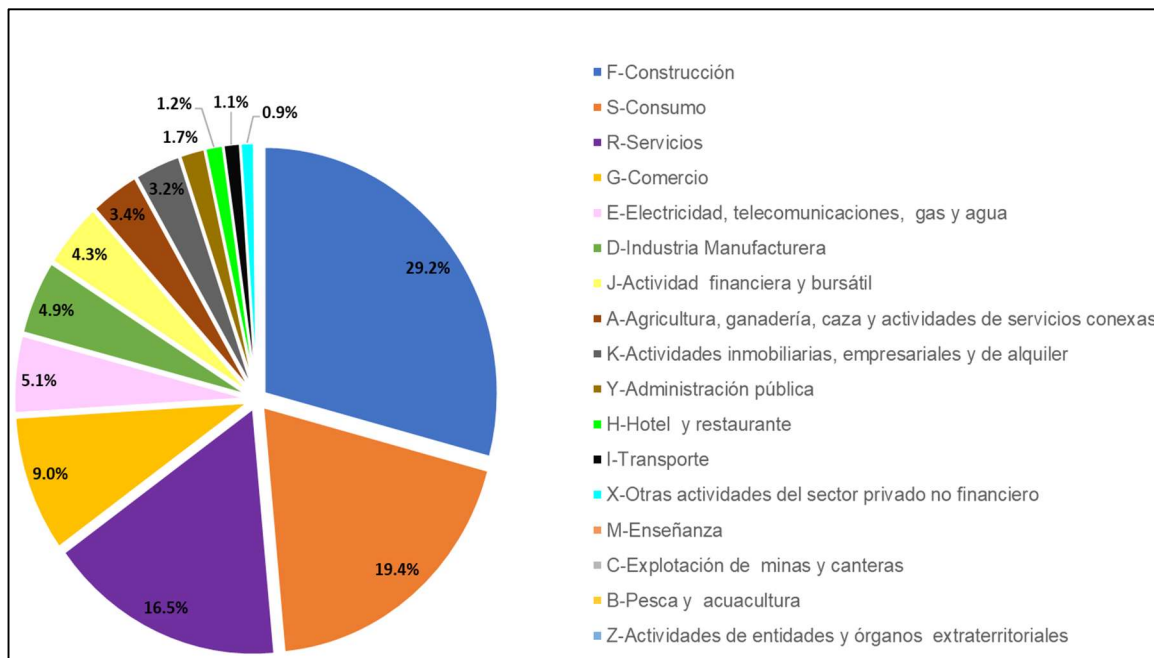
Tabla 1 Bancos del Sistema Financiero

Bancos Comerciales del Estado	Bancos creados por leyes especiales	Bancos Privados
Banco de Costa Rica	Banco Hipotecario de la Vivienda	BAC San José
Banco Nacional de Costa Rica	Banco Popular y de desarrollo Comunal	Banco Internacional de Costa Rica
		BCT S.A.
		Cathay de Costa Rica
		CMB Costa Rica
		Davivienda Costa Rica
		General Costa Rica
		Improsa
		Lafise
		PRIVAL BANK Costa Rica
		Promerica Costa Rica
		SCOTIABANK Costa Rica

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la SUGEF

De la cartera de crédito del sistema financiero se utilizó para el análisis aquellas actividades económicas con mayor peso, es decir, que representan mayor importancia. Como se observa en la siguiente Ilustración 1 Cartera de crédito por actividad económica.

Ilustración 1 Cartera de crédito por actividad económica



Fuente: Elaboración propia. Datos: SUGEF corte enero 2022

Por lo tanto, las actividades económicas elegidos son: construcción, servicios, comercio y consumo, dada el peso que representan para el sistema financiero nacional. Cabe destacar que las primeras tres actividades económicas de acuerdo con (Céspedes D. , 2017) representaban en conjunto un 75% del total del valor producido en el país, por lo que, brindan un panorama representativo del funcionamiento de la economía nacional en su conjunto.

A continuación, se abordan un poco más de contexto de lo que representa cada actividad dentro de Costa Rica:

- **Construcción:** la construcción puede ser de carácter público (carreteras, puentes, túneles, aeropuertos, instalaciones deportivas, entre otros) o privado (edificaciones residenciales, edificios, entre otros). Entre el 2015 y el 2021 el sector construcción representó, en promedio, el 4.6% de la producción total del país (Cámara Costarricense de la Construcción, 2023).
- **Comercio:** La cuenta de comercio por su parte incluye la venta al por mayor y por menor (venta sin transformación) cualquier tipo de producto o prestación de

servicios relacionados con la venta de mercancía según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme. La importancia promedio del sector comercio llega a ser de hasta un 19%, de acuerdo con los datos del BCCR, como parte del valor total producido en la economía costarricense desde 1991 a 2021.

- **Servicios:** es fundamental para el funcionamiento de las economías, ya que alrededor de la producción de mercancías se necesitan una gran cantidad de servicios asociados que brindan valor y repercuten en la productividad de los factores productivos (World Trade Organization, 2019).

A diferencia de las cuentas de comercio y construcción, que representan una escala más acotada, la cuenta de servicios engloba una gran cantidad de actividades de distinta índole como el transporte y el almacenamiento, alojamiento y servicios de comida (clave en sector servicios), información y telecomunicaciones y actividades financieras y de seguros, actividades inmobiliarias y actividades científicas, entre otras.

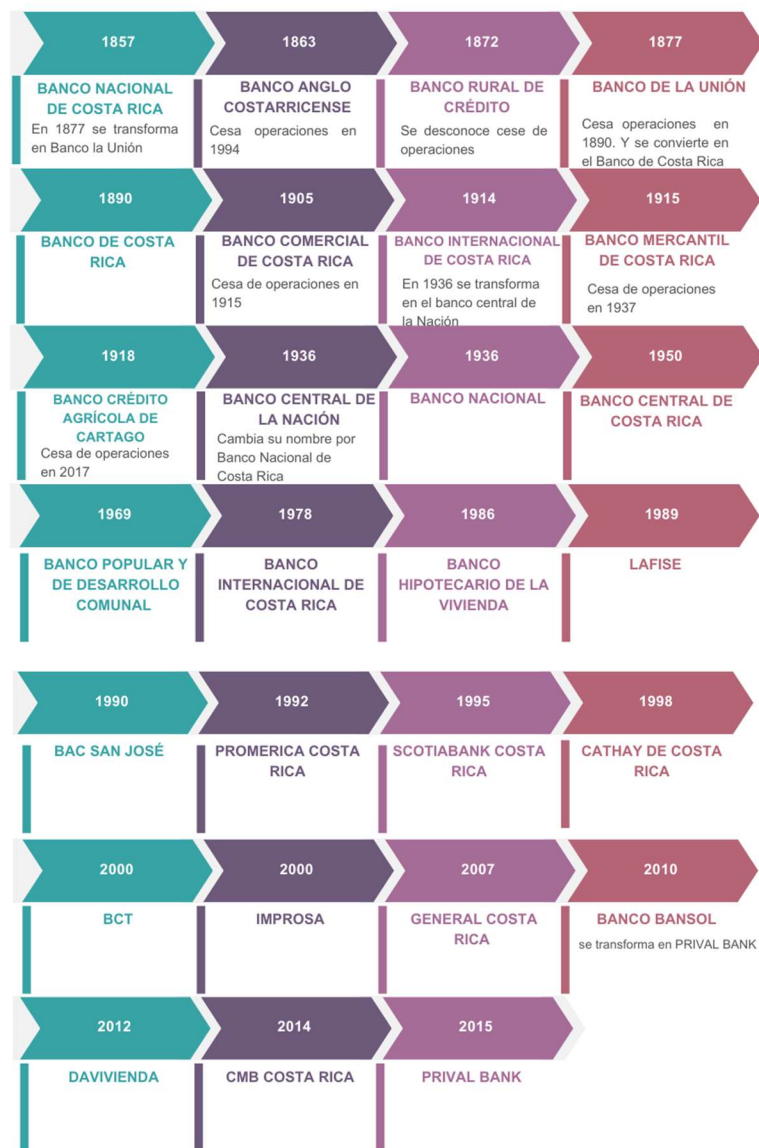
- **Consumo:** de acuerdo con la clasificación de la SUGEF, se refiere al deudor que consume el bien o servicio.

Origen de la banca y estructura de regulación en Costa Rica

En Costa Rica, la banca dio origen a finales del siglo XIX, dada la necesidad de los cafetaleros por expandirse y vender su producto en los mercados internacionales, dicha necesidad fue inicialmente abordada por la banca privada inglesa (Céspedes A. A., 2017).

En 1900, se dio la Ley número 16, denominada Ley General de Bancos que estableció la pluralidad de bancos emisores, no obstante, la emisión de moneda quedaba en manos del Estado (Archivo Nacional de Costa Rica, 2021). Con el paso del tiempo la banca ha ido creciendo y madurando cada vez más, ello se puede apreciar por medio de la siguiente línea de tiempo, en donde se abordan algunos de los bancos del sistema financiero.

Ilustración 2 Evolución de la Banca en Costa Rica



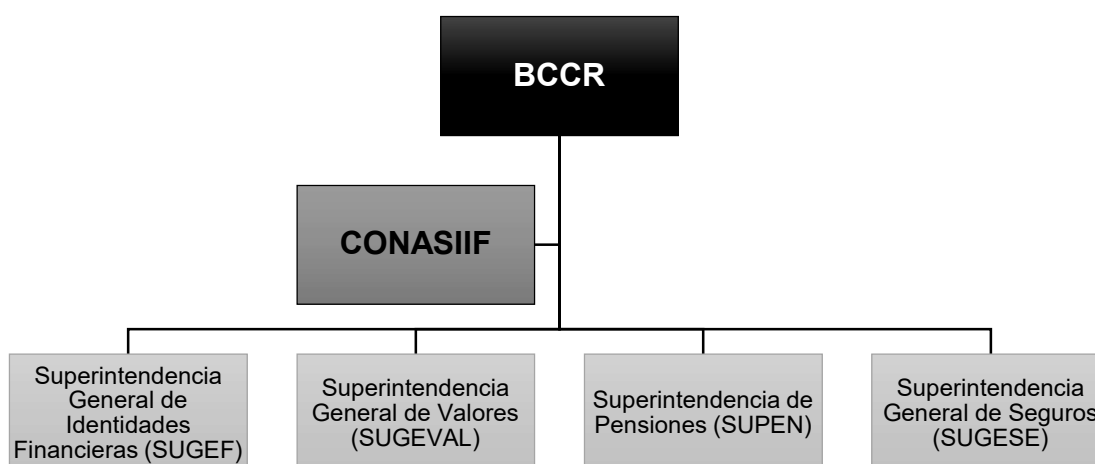
Fuente: Elaboración propia.

Fuente: (Céspedes A. A., 2017), (Archivo Nacional de Costa Rica, 2021), (Banco Nacional de Costa Rica, 2020), (Banco Cathay, 2017), (Grupo Prival S.A, 2023), (Banco General, 2023), (Banco Improsa, 2018), (Banco Davivienda S.A, 2021), (Citigroup Inc., 2023), (Banco BCT, 2023), (Banco Internacional de Costa Rica, 2023), (Grupo Promerica, 2022), (The Bank of Nova Scotia, 2023), (BAC Credomatic International Bank, 2023)

Con el surgimiento del Banco Central de Costa Rica (BCCR), mediante la Ley 1130, como órgano central e independiente, rige la política económica, monetaria y crediticia del país (Alcázar, Carvajal, & Vallejo, 2020). Mediante el artículo 169 de la Ley 7732 de la Ley Reguladora del Mercado de Valores, se crea, Consejo Nacional de Supervisión del Sistema Financiero (CONASSIF), el cual consiste en un órgano colegiado que tiene como objetivos: establecer la regulación y supervisión que coadyuve a la estabilidad y solvencia del sistema financiero; cuidar los intereses de los consumidores de servicios y productos financieros; y velar por el eficiente, transparente e íntegro funcionamiento de los mercados financieros (CONASSIF, 2022).

El CONASSIF tiene bajo su dependencia a:

Ilustración 3 Estructura del Sistema Financiero



Fuente: elaboración propia. En base a datos del (CONASSIF, 2022).

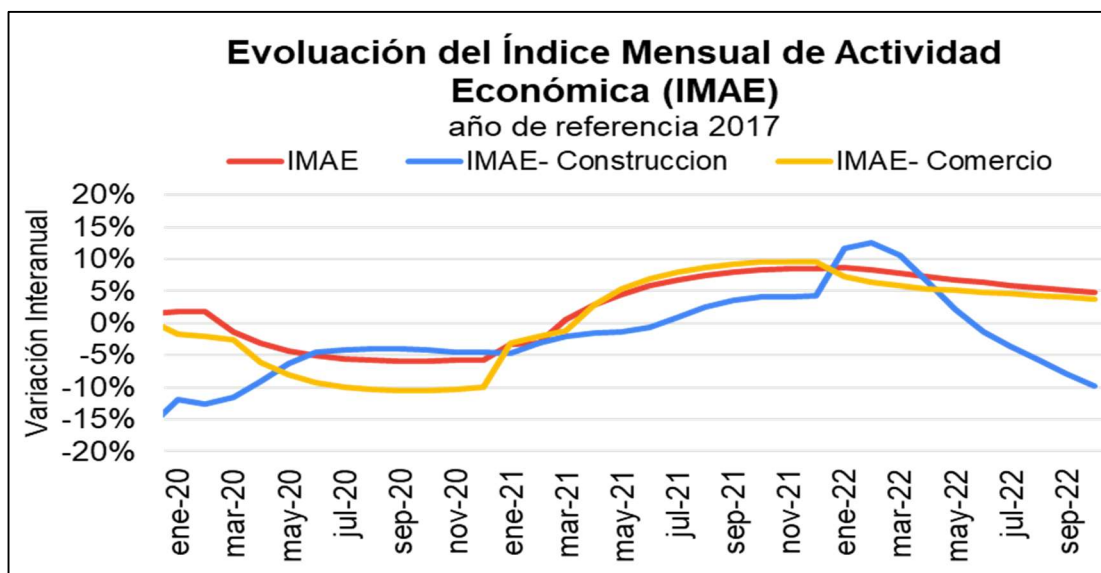
Aunque con el paso del tiempo la estructura del sistema financiero se ha robustecido, la banca nacional tanto pública como privada se sigue caracterizando por ser: joven, incipiente y poco desarrollado. Por lo tanto, comprendiendo las características y contexto histórico, resalta la importancia de analizar modelos econométricos para Costa Rica, adecuados a su fisonomía, es por ello, que para el presente trabajo toma como referencias estudios de la morosidad de países que compartan características similares a nuestro país.

Antecedentes de las variables exógenas

El objetivo de este apartado es abordar brevemente los antecedentes de las variables macroeconómicas de Costa Rica candidatas para ser utilizados en los modelos para explicar la morosidad de cada actividad económica elegida.

La actividad económica de Costa Rica, explicada por el IMAE, se ha visto fuertemente afectada por el COVID-19 durante 2020 y 2021, a raíz de las restricciones sanitarias impuestas por el Gobierno y la crisis de los contenedores. En 2022 a pesar de recuperar levemente tendió a desacelerarse, por el impacto de la crisis de Rusia-Ucrania y el impacto que tuvo en el precio de materias primas y combustibles.

Ilustración 4 Evolución IMAE



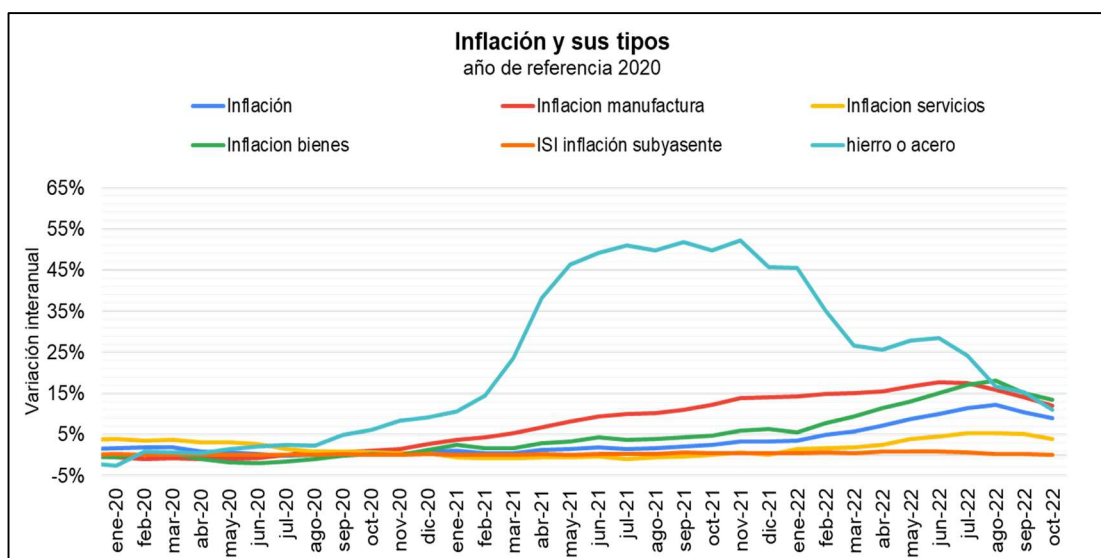
Fuente. Elaboración propia. Datos del Banco Central de Costa Rica

Desagregando por actividad económica, construcción ha sido una de las más afectadas durante la pandemia hasta el momento y, es la actividad con mayor contribución a la desaceleración del IMAE. De acuerdo, con el informe de coyuntura del Banco Central, esta industria enfrenta mayores costos de producción debido a las alzas internacionales en los precios del hierro y acero, en virtud de que Ucrania es uno de los mayores proveedores mundiales.

El IMAE de comercio, durante el periodo de recuperación de la pandemia se ha visto recuperada gracias a la mayor demanda de productos alimenticios, químicos y reparación de vehículos, debido a una mayor movilidad de personas y mercancías, consecuente con la caída en la tasa de contagio por COVID-19 (BCCR, 2022). En cuanto al IMAE de servicios, se ha venido recuperando principalmente por la recuperación de comercio, mayor dinamismo del turismo.

En cuanto a la inflación y sus agregados, durante la pandemia se ha visto afectada por la presión inflacionaria importada, debido a los choques internacionales de costos y de precios, que han afectado principalmente a los alimentos y derivados del petróleo (BCCR, 2022).

Ilustración 5 Evolución Inflación y sus tipos



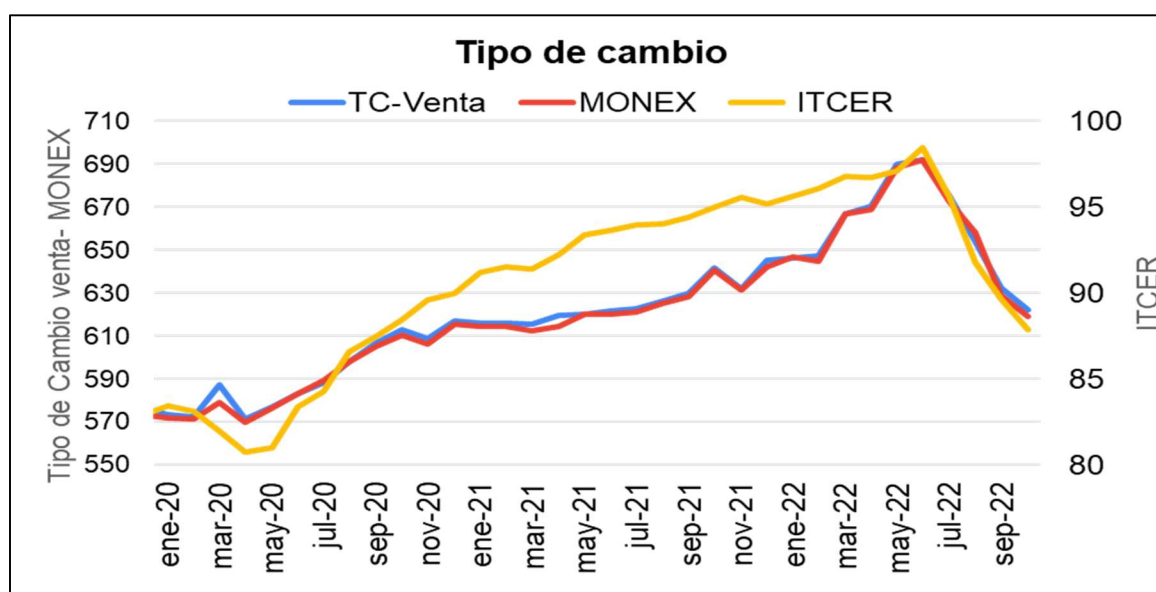
Fuente. Elaboración propia. Datos del Banco Central de Costa Rica

Adicional a los choques de oferta de origen externo, el Banco Central señala también hubo factores internos que influyeron al aumento de la inflación tales como: la recuperación de la demanda interna; un efecto base por la baja inflación en el 2021 y la depreciación del colón durante el primer semestre del 2022. En relación con esto último, es importante indicar que las presiones en el mercado cambiario se han reducido en lo que transcurre del segundo semestre, lo que ha contribuido en la moderación de la inflación en los últimos tres meses (BCCR, 2022).

En cuanto al mercado cambiario de Costa Rica, posterior al inicio de la pandemia inició con un periodo de gran volatilidad, el Banco Central explicaba que durante:

- En 2020 y 2021 el mercado cambiario se enfrentó a presiones por parte de la mayor demanda de divisas del sector público no bancario y de los fondos de pensiones.
- En 2022 continuó el aumento en el valor de la divisa, producto del conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, ocasionando complicaciones en las cadenas de suministro, en donde incidieron en valores más altos de importaciones de bienes, ocasionando la depreciación de la moneda hasta junio 2022. Posteriormente, el mercado cambiario tendió a la baja, producto de la recuperación del ingreso de divisas, mayor recepción de flujo de inversión directa al país, mejora en la entrada de capitales, disminución de los precios internacionales de materias primas y transporte, y menor demanda de divisas de las operadoras de pensiones y el sector público no bancario (BCCR, 2023).

Ilustración 6 Evolución tipo de cambio

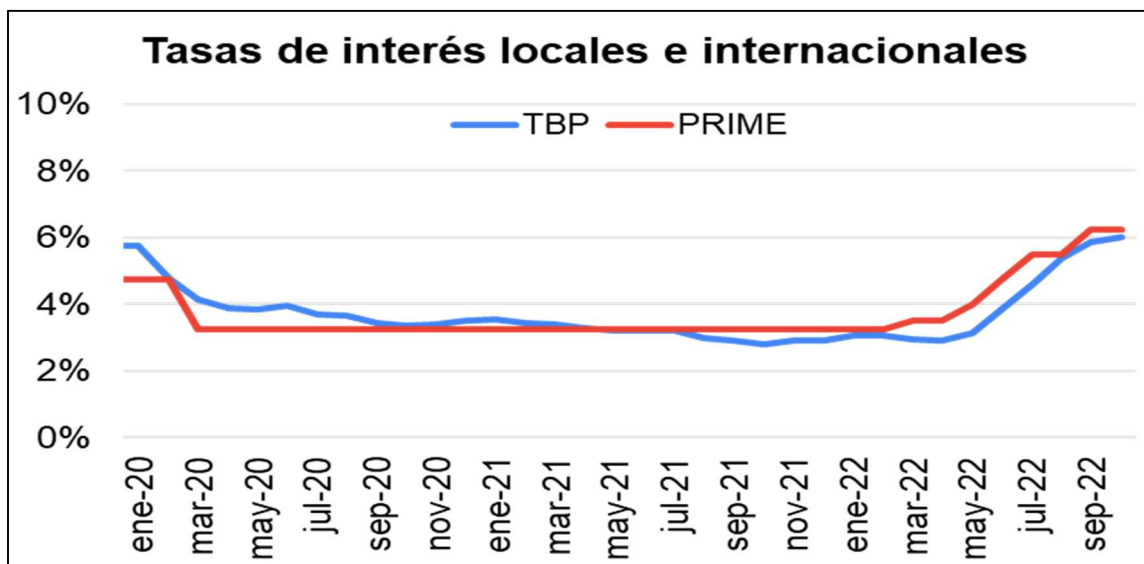


Fuente. Elaboración propia. Datos del Banco Central de Costa Rica

Seguidamente, en relación con las tasas de interés locales e internacionales a raíz de la severa crisis económica provocada por el COVID-19, muchos bancos centrales decidieron mantener acciones expansivas de política monetaria en apoyo a la recuperación económica. Dichas medidas se mantuvieron por 2 años seguidos. En donde posteriormente, el impacto de la crisis de los contenedores y la guerra de Rusia y Ucrania,

las presiones inflacionarias anteriormente expuestas obligaron a los bancos centrales a endurecer nuevamente su política monetaria.

Ilustración 7 Evolución tasas de interés



Fuente. Elaboración propia. Datos del Banco Central de Costa Rica

Determinantes macroeconómicos de la morosidad bancaria

A partir de la revisión de trabajos empíricos y revisión de modelos teóricos, que analizan diferentes factores explicativos de la morosidad bancaria, es necesario reconocer que no existe a nivel teórico un modelo general que recoja y permita precisar los determinantes de la morosidad. Sin embargo, se analiza desde una perspectiva macroeconómica los determinantes que pueden llegar a afectar la capacidad adquisitiva de las personas y empresas, ocasionando el impago de sus obligaciones.

Sin embargo, de dichos estudios se recopilan ciertas variables que comparten en común que son potenciales variables para explicar potencialmente la morosidad. Esto abre las puertas a formular hipótesis preliminares que sirvan de orientación para el presente trabajo. Las variables macroeconómicas de Costa Rica, que podrían incluirse como factores explicativos son las siguientes:

- Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE)
- Índice de Precios: del consumidor, materias primas, bienes y servicios

- Desempleo
- Depreciación de la moneda
- Tasas de interés locales e internacionales
- Ratio de endeudamiento o de servicio de la deuda

Por otro lado, las variables microeconómicas en la literatura se encuentran como factores determinantes de la morosidad de la cartera de crédito. Ya que refleja la evolución individual de los agentes económicos, estas variables por lo general son solicitadas para conocer la capacidad adquisitiva. Algunas variables son:

- Indicadores financieros basados en su situación financiera
- Nivel de salario en caso de ser una persona física
- Aversión al riesgo
- Tipos de garantías que respalden el producto crediticio
- Nivel de consumo

- Cartera vencida

- Eficiencia en la gestión en la colocación de los créditos

Comportamiento cíclico y estacional de las variables endógenas

Las carteras de crédito tienden a seguir un comportamiento procíclico, en donde al estar en una fase expansiva, el crédito tiende a expandirse de forma acelerada, contribuyendo a profundizar la propia expansión de la economía. Por otra parte, la contracción del crédito que suele observarse durante la fase descendente tiende a acentuar la desaceleración económica, haciendo más agudo el ciclo económico (Vallcorba & Delgado, 2007).

Por lo general, durante las fases expansivas de la economía es donde se originan los problemas de morosidad, ya que se hace evidente la ralentización de la actividad económica, al ser un punto de auge los bancos tienden a otorgar los créditos de forma más laxa, bajo un escenario estructural más optimista y sobreestimando la capacidad de pago (BERGER & UDELL, 2003). En estos puntos, se asume mayor riesgo para la obtención de mayor rendimiento, así alcanzando mayores utilidades.

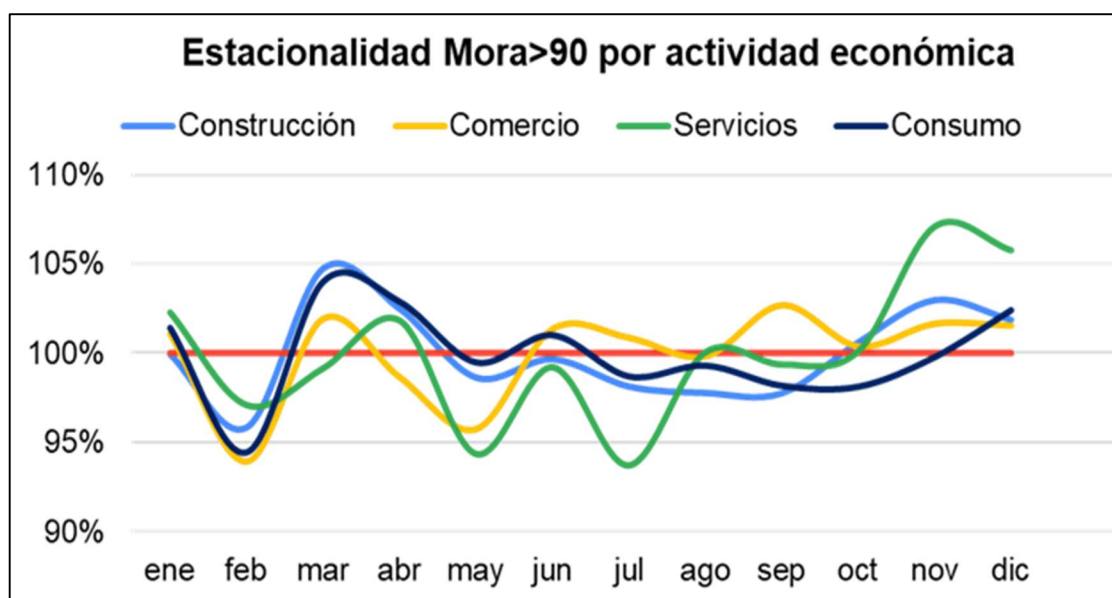
Otro problema asociado a esta fase es el otorgamiento de créditos a nuevos clientes que nacieron a raíz de la mejora en la economía. De esta forma, se acentúan los problemas de selección adversa que enfrentan los bancos (SHAFFER, 1998). El excesivo riesgo que

asumen los bancos en estos períodos también se ve potenciado por la sobrevaloración del colateral que suele verificarse en las fases expansivas, producto del aumento del precio de los activos reales y financieros (BORIO & Lowe, 2002).

Analizando el comportamiento cíclico y estacional mencionado, para la economía nacional, se parte tomando una ventana de tiempo de diciembre 2012 a octubre 2022, lo suficientemente amplia para observar fases expansivas y contractivas ocasionadas por un situaciones coyunturales o estructurales.

En la siguiente Ilustración 8 Estacionalidad morosidad por actividad económica, se puede apreciar el comportamiento para cada uno de los meses del año la aceleración (índice superior a 100%) o desaceleración (índice menor a 100%) de la morosidad mayor a 90 días.

Ilustración 8 Estacionalidad morosidad por actividad económica



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la SUGEF

En el caso de consumo, los meses del año en donde mayor aumento de morosidad ocurre son en los meses de marzo, junio, noviembre y diciembre, esto se explica para cada mes por:

- En marzo y junio, está asociado al consumo por vacaciones, compra de bienes estudiantes, matrículas estudiantiles, entre otros realizados tres meses antes.
- En noviembre y diciembre, su mora se explica por el consumo en eventos como Black Friday, compras antes de Navidad, vacaciones y pago de marchamos que eventualmente será subsanado por el pago de aguinaldos, salario y ahorros extraordinarios.

Seguido por el sector comercio, los meses del año en donde mayor aumento de morosidad ocurre son en los meses de marzo, junio, septiembre, noviembre y diciembre, esto se explica para cada mes por:

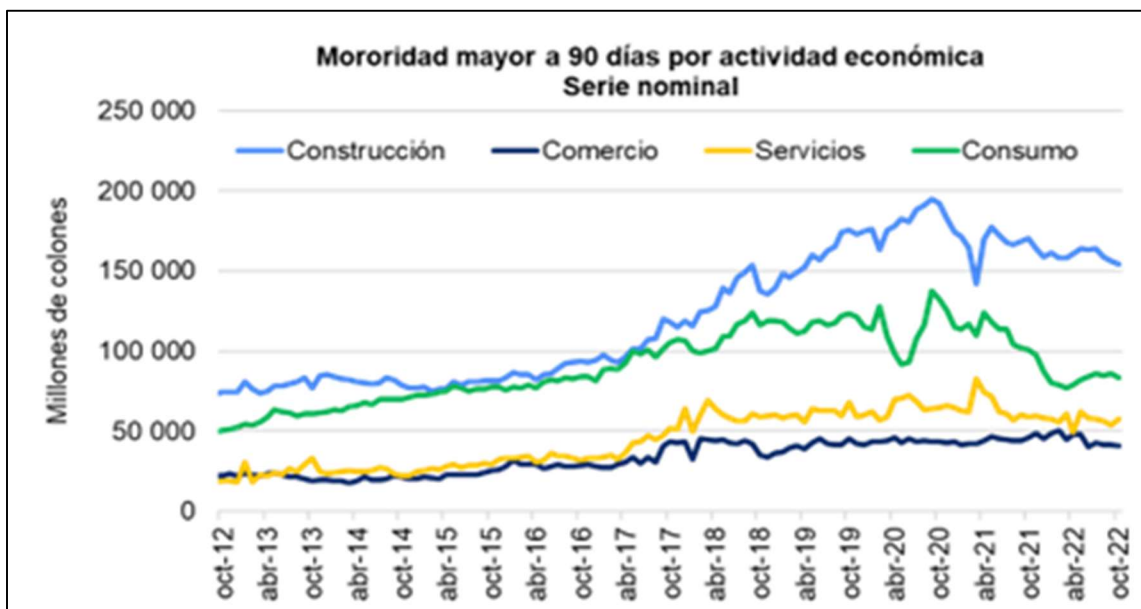
- En marzo, junio, septiembre y diciembre, debido a el pago trimestral de impuestos.

Continuando con construcción, durante los meses del año en donde mayor aumento de morosidad ocurre son en los meses de marzo, noviembre y diciembre. Por lo general asociado a cambios de gobierno que ocurren normalmente a inicios de año y el cierre de carteles de licitación a finales de año ello en el caso de construcción con destino público. Y en el caso de construcción con destino privado, puede asociarse al encarecimiento o escasez de materias primas o disminución de la demanda.

En cuanto a servicios durante los meses del año en donde mayor aumento de morosidad ocurre son en los meses de marzo, noviembre y diciembre. Asociado a la disminución en el consumo de los agentes económicos y encarecimiento de insumos necesarios para la prestación del servicio.

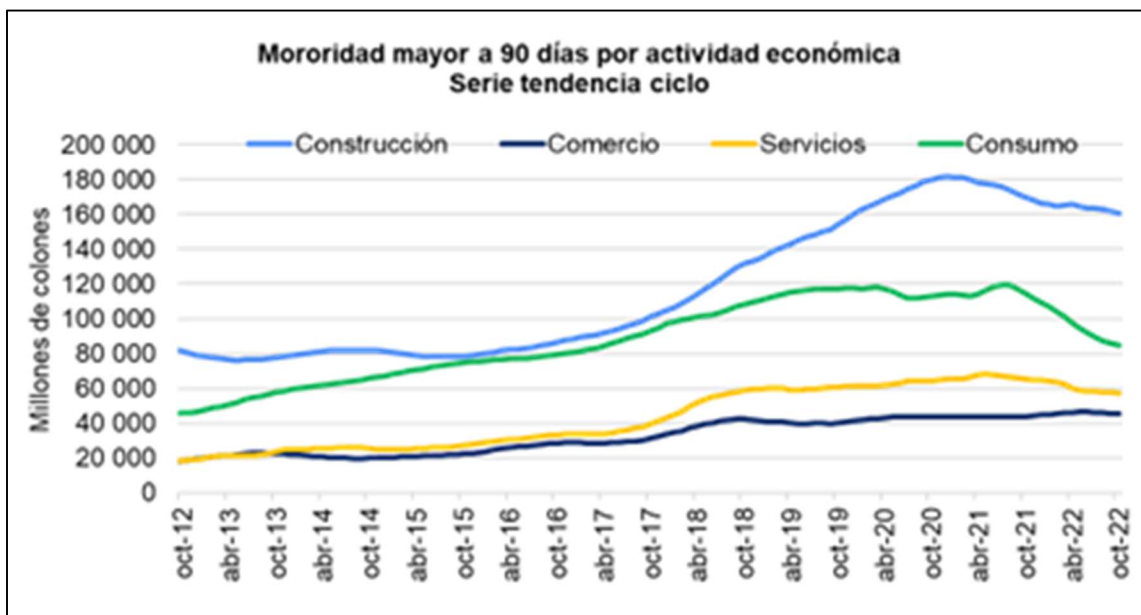
Continuando con la aplicación del componente cíclico, permite un suavizamiento de la serie, tal y como se observa a continuación en las siguientes gráficas las cuales permiten comparar la serie nominal vs la serie con tendencia ciclo. Esta última, es la utilizada para la modelación econométrica.

Ilustración 9 Evolución de la morosidad mayor a 90 días serie nominal



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la SUGEF

Ilustración 10 Evolución de la morosidad mayor a 90 días serie tendencia ciclo



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la SUGEF

Capítulo 3

Marco metodológico

Selección de las variables a endógenas y exógenas

A partir de las posibles variables macroeconómicas candidatas que se determinaron de las revisiones de trabajos empíricos, se analiza cuáles son aquellas que por medio de la aplicación de un coeficiente de correlación tienen mayor relevancia para el análisis. Se toman para estudio aquellas que se encuentran a disposición pública.

Las variables endógenas y exógenas que se someterán a prueba se pueden apreciar en la siguiente Tabla 2 Variables endógenas y exógenas:

Tabla 2 Variables endógenas y exógenas

Variables Endógenas²	Variables Exógenas
Morosidad mayor a 90 días de Construcción serie real	IMAE e IMAE segregado por actividad económica
Morosidad mayor a 90 días de Comercio serie real	Tasa de desempleo
Morosidad mayor a 90 días de Consumo serie real	MONEX
Morosidad mayor a 90 días de Servicio serie real	ITCER
Morosidad mayor a 90 días de Construcción serie tendencia ciclo	Tipo de cambio de Venta
Morosidad mayor a 90 días de Comercio serie tendencia ciclo	IPC
Morosidad mayor a 90 días de Consumo serie tendencia ciclo	TBP
Morosidad mayor a 90 días de Servicio serie tendencia ciclo	PRIME

² En el Anexo 1 Descomposición multiplicativa de variables endógenas se encuentran las descomposiciones multiplicativas de cada variable

	Inflación del Hierro y Acero
	Inflación de servicios
	Inflación de bienes

En el

Anexo **2** Tablas de correlación de las variables endógenas y exógenas, se pueden apreciar los resultados de las correlaciones anteriores. El segundo paso para la elección de las variables exógenas es que posean significancia según la teoría económica, en donde:

- Aquellas variables que posean una correlación positiva con la morosidad mayor a 90 días por actividad económica sean aquellas que influyen negativamente a la capacidad de pago del deudor y por ende incurra al riesgo de crédito (es decir el impago de su obligación con la entidad).
- Aquellas variables que posean una correlación negativa con la morosidad mayor a 90 días por actividad económica sean aquellas que influyen positivamente a la capacidad de pago del deudor.

Por lo tanto, las variables candidatas que cumplen las condiciones anteriores son las siguientes:

- Las variables exógenas que podrían ser útiles para explicar la morosidad mayor a 90 días de construcción son: el IMAE e IMAE por construcción, la tasa de desempleo, MONEX, el tipo de cambio de venta, el ITCER, el índice de precios del consumidor, la tasa prime, la inflación del hierro y acero e inflación de bienes.
- Las variables exógenas que podrían ser útiles para explicar la morosidad mayor a 90 días de comercio son: el IMAE e IMAE por comercio, la tasa de desempleo, MONEX, el tipo de cambio de venta, el ITCER, el índice de precios del consumidor, la tasa prime, la inflación del hierro y acero e inflación de bienes.
- Las variables exógenas que podrían ser útiles para explicar la morosidad mayor a 90 días de servicios son: el IMAE, la tasa de desempleo, MONEX, el tipo de cambio de venta, el ITCER, el índice de precios del consumidor, la tasa prime e inflación de bienes.
- Las variables exógenas que podrían ser útiles para explicar la morosidad mayor a 90 días de consumo son: el IMAE, la tasa de desempleo, MONEX, el tipo de cambio de venta, el ITCER, el índice de precios del consumidor y la tasa prime.

Modelos econométricos estudiados

En esta sección se abordará teóricamente los modelos analizados para modelar la morosidad mayor a 90 días más sobre las actividades económicas a estudiar.

Método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

Para la especificación del modelo se toma como referencia el libro de texto de Gujarati y Portes, 2010. En el expone que este método es el más común en el análisis de regresión, sobre todo por ser mucho más intuitivo y matemáticamente más sencillo.

Para entender lo que se parte del principio de mínimos cuadrados, en donde se toma la Función de Regresión Poblacional (FRP):

$$\text{Ecuación 1: } Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

Sin embargo, la FRP no es observable directamente, se calcula la Función de Regresión Muestral (FRM):

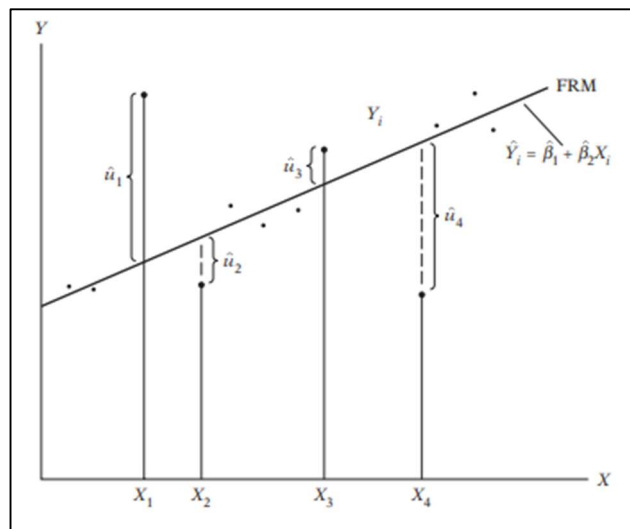
$$\text{Ecuación 2: } Y_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i + \hat{u}_i = \hat{Y}_i + \hat{u}_i$$

En donde, \hat{Y}_i es el valor estimado (media condicional) de Y_i . Y se determina al despejar la \hat{u}_i , quedando de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 3: } \hat{u}_i = Y_i - \hat{Y}_i = Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i$$

Que muestra que los \hat{u}_i (los residuos) son simplemente las diferencias entre los valores observados y los estimados de Y . Estas representaciones se pueden apreciar mejor en la siguiente ilustración:

Ilustración 11 Criterio de mínimos cuadrados



Fuente: (Gujarati & Porter, 2017)

Dados n pares de observaciones de Y (variable endógena) y X (variable exógena), se necesita determinar la FRM de manera que quede lo más cerca posible de la Y observada. Ello se obtiene al seleccionar la FRM de modo que la suma de los residuos $\sum \hat{u}_i = (Y_i - \hat{Y}_i)$ sea la menor posible.

Si la suma algebraica de los residuos es cero se presenta una mayor dispersión alrededor de FRM. Ello se puede evitar con el criterio de mínimos cuadrados, el cual establece que la FRM se determina en forma tal, que sea lo más pequeña posible, donde \hat{u}_i^2 son los residuos elevados al cuadrado:

$$\text{Ecuación 4: } \sum \hat{u}_i^2 = (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

El principio o método de mínimos cuadrados elige un β_1 y β_2 , de manera que, para una muestra o conjunto de datos determinados, $\sum \hat{u}_i^2$ es la más pequeña posible. En otras palabras, proporciona valores estimados únicos de $\hat{\beta}_1$ y $\hat{\beta}_2$ que producen el valor más pequeño o reducido posible de $\sum \hat{u}_i^2$. Esto por medio de un ejercicio de cálculo diferencial para estimar $\hat{\beta}_1$ y $\hat{\beta}_2$:

$$\text{Ecuación 5: } \sum Y_i = n \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \sum X_i$$

$$\sum Y_i X_i = \hat{\beta}_1 \sum X_i + \hat{\beta}_2 \sum X_i^2$$

Estas ecuaciones simultáneas se conocen como ecuaciones normales. Y al resolverlas se obtiene:

$$\text{Ecuación 6: } \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(\sum X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2}$$

donde \bar{Y} y \bar{X} son las medias muestrales de X y Y, y donde se definen $x_i = (X_i - \bar{X})$ y $y_i = (Y_i - \bar{Y})$. Luego, por medio de la manipulación algebraica simple, para estimar β_2 , se expresa como:

$$\text{Ecuación 7 } \hat{\beta}_2 = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2} = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2 - n\bar{X}^2} = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum X_i^2 - n\bar{X}^2}$$

Los estimadores obtenidos antes se conocen como estimadores de mínimos cuadrados, pues se derivan del principio de mínimos cuadrados.

Este modelo tiene siete supuestos o propiedades sobre la(s) variable(s) X_i y el término de error son relevantes para lograr una interpretación válida de los valores estimados de la regresión. Los cuales son:

1. Modelo de regresión lineal: es lineal en los parámetros, aunque puede o no ser lineal en las variables. Tal y como se expresó en la ecuación 1.
2. Valores independientes del término de error: los valores que toma las X_i pueden considerarse fijos en muestras repetidas, o haber sido muestreados junto con la variable dependiente Y. En el segundo caso se supone que la(s) variable(s) X_i y el término de error son independientes, esto es, $\text{cov}(X_{ij}, u_i) = 0$.
3. El valor medio de la perturbación u_i es igual a cero: Dado el valor de X_i , la media o el valor esperado del término de perturbación aleatoria u_i es cero.
4. Homocedasticidad o varianza constante de u_i : La varianza del término de error, o de perturbación, es la misma sin importar el valor de X_i .
5. No hay autocorrelación entre las perturbaciones: Dados dos valores cualesquiera de X, X_i y X_j ($i \neq j$), la correlación entre dos u_i y u_j cualesquiera ($i \neq j$) es cero. En pocas palabras, estas observaciones se muestrean de manera independiente.

6. El número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros por estimar: Sucesivamente, el número de observaciones n debe ser mayor que el número de variables explicativas.

La naturaleza de las variables X : No todos los valores X en una muestra determinada deben ser iguales. Técnicamente, $\text{var}(X)$ debe ser un número positivo. Además, no puede haber valores atípicos de la variable X , es decir, valores muy grandes en relación con el resto de las observaciones.

Mínimos cuadrados Generalizados (MCG)

Para la especificación del modelo se toma como referencia el libro de texto de Gujarati y Porter, 2010. El método de mínimos cuadrados generalizados, a diferencia del de mínimos cuadrados ordinarios, utiliza y toma provecho de la información contenida en la variabilidad desigual de la variable dependiente, esto porque este método asigna igual importancia o peso a cada observación.

Por esta razón, se considera que este método tiene la capacidad de producir estimadores que son el mejor estimador lineal. Esto quiere decir que es lineal, por tanto, una función lineal de una variable aleatoria tal como la variable dependiente Y en el modelo de regresión, es insesgado pues su valor esperado es igual al valor verdadero y también cumple con tener varianza mínima entre la clase de estimadores lineales insesgados.

Para el modelo se considera:

$$\text{Ecuación 8: } Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

Se reordena como:

$$\text{Ecuación 9: } Y_i = \beta_1 X_{0i} + \beta_2 X_i + u_i$$

donde $X_{0i} = 1$ para cada i

Se presenta el supuesto que se conocen las varianzas heteroscedásticas σ_i^2 dividiendo σ_i a ambos lados.

$$\text{Ecuación 10: } \frac{Y_i}{\sigma_i} = \beta_1 \left(\frac{X_{0i}}{\sigma_i} \right) + \beta_2 \left(\frac{X_i}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{u_i}{\sigma_i} \right)$$

Reescrita como:

$$\text{Ecuación 11: } Y^*_i = \beta^*_1 X^*_{0i} + \beta^*_2 X^*_i + u^*_i$$

En donde las variables con asterisco o transformadas son las variables originales divididas entre σ_i (conocida). Utilizamos la notación β^*_1 y β^*_2 , los parámetros del modelo transformado, para distinguirlos de los parámetros de MCO usuales β_1 y β_2 .

El propósito de esta transformación es que la varianza del término u^*_i de perturbación transformado sea homoscedástico.

$$\text{Ecuación 12: } \text{var}(u^*_i) = E(u^*_i)^2 = E\left(\frac{u_i}{\sigma_i}\right)^2 = \frac{1}{\sigma^2_i} E(u^2_i) = \frac{1}{\sigma^2_i} (\sigma^2_i) = 1$$

Considerando que se conservan los supuestos del modelo clásico, el comprobar que u_i^* es homoscedástico permite que, si se aplican MCO al modelo posterior a la transformación, se producirán estimadores lineales.

Para la obtención de los $\hat{\beta}^*_1$ y $\hat{\beta}^*_2$ se escribe la FRM como:

$$\text{Ecuación 13: } Y^*_i = \hat{\beta}^*_1 X^*_{0i} + \hat{\beta}^*_2 X^*_i + \hat{u}^*_i$$

Ahora, para obtener los estimadores de MCG, se reduce

$$\text{Ecuación 14: } \sum \hat{u}^{2*}_i = \sum (Y^*_i - \hat{\beta}^*_1 X^*_{0i} + \hat{\beta}^*_2 X^*_i)^2$$

Es decir,

$$\text{Ecuación 15: } \sum \left(\frac{\hat{u}_i}{\sigma_i}\right)^2 = \sum \left[\left(\frac{y_i}{\sigma_i}\right) + \hat{\beta}^*_1 \left(\frac{x_{0i}}{\sigma_i}\right) - \hat{\beta}^*_2 \left(\frac{x_i}{\sigma_i}\right)\right]^2$$

Con $\hat{\beta}^*_2$ siendo

$$\text{Ecuación 16: } \hat{\beta}^*_2 = \frac{(\sum w_i)(\sum w_i X_i Y_i) - (\sum w_i X_i)(\sum w_i Y_i)}{(\sum w_i)(\sum w_i X_i^2) - (\sum w_i X_i)^2}$$

Y su varianza dada por:

$$\text{Ecuación 17: } \text{var}(\hat{\beta}^*_2) = \frac{(\sum w_i)}{(\sum w_i)(\sum w_i X_i^2) - (\sum w_i X_i)^2}, \text{ donde } w_i = 1/\sigma_i^2$$

Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF)

En Mínimos Cuadrados Generalizados se conoce que Ω o Σ en $E(uu') = \sigma^2 \Omega = \Sigma$ pero en la práctica estas no suelen conocerse, lo que significa que el estimador MCG no sea o

no pueda ser calculado pues están expresados de forma matricial. Por lo tanto, de acuerdo con Esteban (2008) La solución habitual es sustituir Ω (o Σ) por una estimación suya en la expresión del estimador de MCG. Este es el estimador de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF):

$$\text{Ecuación 18: } \hat{\beta}_{MCGF} = (X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} Y$$

Al sustituir Ω por la estimación de Esteban (2008), implica hacer un supuesto de comportamiento, al suponer una forma funcional para los elementos de Ω que son desconocidos. Una vez supuesta una forma funcional, que en general depende de un conjunto de parámetros desconocidos y variables exógenas, es necesario estimar esos parámetros desconocidos.

Se limita a estudiar las propiedades del estimador MCGF una vez supuesto que se ha sido capaz de proponer una forma funcional sensata a la información disponible sobre el comportamiento de las varianzas y covarianzas del vector de perturbaciones. Además, se ha sido capaz de estimar de forma consistente los parámetros desconocidos de los que dependen estos momentos. Es decir, disponemos de $\hat{\Omega}$ estimador consistente de Ω .

Propiedades del estimador MCGF

De acuerdo con Esteban (2008), bajo el supuesto de que las varianzas de las perturbaciones se han modelado correctamente, el estimador MCGF en muestras finitas es un estimador no lineal y sesgado en general, su distribución en muestras finitas no es conocida. En muestras grandes, bajo ciertas condiciones de regularidad, y si $\hat{\Omega}$ es un estimador consistente de Ω , el estimador MCGF es consistente, asintóticamente eficiente y tiene distribución asintótica conocida.

- Linealidad: El estimador MCGF no es lineal en u .

$$\text{Ecuación 19: } \hat{\beta}_{MCGF} = \beta + (X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} (X' \hat{\Omega}^{-1} u)$$

En la expresión del estimador MCGF aparecen u y $\hat{\Omega}$, ambas son variables aleatorias, ya que $\hat{\Omega}$ que ahora es un estimador, luego es una matriz estocástica. Por tanto, $\hat{\beta}_{MCGF}$ es una función no lineal de u y $\hat{\Omega}$.

- Insegado y matriz de varianzas y covarianzas: En general el estimador de MCGF es sesgado:

$$\text{Ecuación 20: } (\hat{\beta}_{MCGF}) = \beta + E \left[(X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} (X' \hat{\Omega}^{-1} u) \right] \neq \beta$$

Para determinar:

Ecuación 21: $E \left[(X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} (X' \hat{\Omega}^{-1} u) \right]$, se necesita conocer la distribución conjunta de las variables aleatorias en $\hat{\Omega}$ y en u .

En general, la ecuación 21: $E \left[(X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} (X' \hat{\Omega}^{-1} u) \right] \neq 0$ y, por tanto: Ecuación 22: $E(\hat{\beta}_{MCGF}) \neq \beta$.

Además,

Ecuación 23: $V(\hat{\beta}_{MCGF}) = E[\hat{\beta}_{MCGF} - E(\hat{\beta}_{MCGF})][\hat{\beta}_{MCGF} - E(\hat{\beta}_{MCGF})]'$, es una expresión difícil de obtener analíticamente. Las propiedades en muestras finitas y la distribución exacta del estimador MCGF son desconocidas. Por lo tanto, en muestras finitas su comportamiento es difícil de comparar con el de MCO e incluso puede ser peor.

- Consistencia: Bajo ciertas condiciones de regularidad, y si $\hat{\Omega}$ es un estimador consistente de Ω , el estimador MCGF es consistente, $\text{plim } \hat{\beta}_{MCGF} = \beta$.
- Distribución asintótica: En general si las condiciones anteriores se satisfacen el estimador MCGF es asintóticamente equivalente al estimador MCG y su distribución asintótica coincide y por tanto es asintóticamente eficiente dentro de esta clase. Así, se puede demostrar que:

$$\text{Ecuación 24: } \sqrt{T}(\hat{\beta}_{MCGF} - \beta) \xrightarrow{d} N(0, \sigma^2 G^{-1}) \text{ con } G = \text{plim } \frac{X' \hat{\Omega}^{-1} X}{T}.$$

Estimador de la matriz de varianzas y covarianzas de $\hat{\beta}_{MCGF}$

Cuando $E(uu') = \sigma^2 \Omega$ y decimos que Ω es desconocida en realidad nos estamos refiriendo a que $\sigma^2 \Omega$ es desconocido. Parece complicado ser capaces de establecer que $E(uu')$, que es desconocida, tiene un elemento común, o factor de escala, a todos sus elementos que también es desconocido y distinto de Ω . Lo lógico es pensar en $E(uu') = \Sigma$, Σ desconocida.

Un estimador consistente de $V(\hat{\beta}_{MCGF})$, es:

$$\text{Ecuación 25: } V(\hat{\beta}_{MCGF}) = (X' \Sigma^{-1} X)^{-1}$$

Sin embargo, siendo Ω desconocida existe este factor de escala σ^2 , también desconocido en $E(uu')$, un estimador consistente de la matriz de varianzas y covarianzas asintótica del estimador de MCGF es:

$$\text{Ecuación 26: } V(\hat{\beta}_{MCGF}) = \hat{\sigma}^2_{MCGF} (X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1}. \text{ Siendo:}$$

$$\text{Ecuación 27: } \hat{\sigma}^2_{MCGF} = \frac{\hat{u}'_{MCGF} \hat{\Omega}^{-1} \hat{u}'_{MCGF}}{T-K} \text{ y } \hat{u}'_{MCGF} = Y - X \hat{\beta}_{MCGF}$$

Es importante recalcar que la propiedad de consistencia es invariante a tener en el denominador $(T - K)$ o T .

Modelos ARIMA

Para la especificación del modelo se toma como referencia el libro de texto de Gujarati y Porter, 2010. Los modelos ARIMA están compuestos por 3 procesos: el proceso autorregresivo (AR), el proceso de medias móviles (MA) y el proceso integrado (I).

Respecto al proceso autorregresivo se modela Y_t como:

$$\text{Ecuación 28: } (Y_t - \delta) = \alpha_1 (Y_{t-1} - \delta) + u_t$$

Donde, δ es la media de Y y u_i es un término de ruido blanco (error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante), se dice que Y_t sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden, o AR (1).

En este proceso el valor de Y en el tiempo depende de su valor en el período anterior y de un término aleatorio con los valores de este expresados como desviaciones de su valor medio. En otras palabras, este modelo dice que el valor de pronóstico de Y en el periodo t es simplemente alguna proporción (α_1) de su valor en el periodo $(t - 1)$ más un “choque” o perturbación aleatoria en el tiempo t ; e igualmente los valores de Y están expresados alrededor del valor de su media.

Considerando el modelo como:

$$\text{Ecuación 29: } (Y_t - \delta) = \alpha_1 (Y_{t-1} - \delta) + \alpha_3 (Y_{t-2} - \delta) + u_t$$

Se dice que Y_t sigue un proceso autorregresivo de segundo orden AR (2) lo que quiere decir que el valor de Y en el tiempo t depende de sus valores en los dos periodos anteriores, los valores de Y expresados alrededor del valor de su media δ .

Obteniendo finalmente:

$$\text{Ecuación 30: } (Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t$$

En el cual Y_t es un proceso autorregresivo de orden p o AR (p). Con respecto, al proceso de medias móviles se supone un modelo Y con:

$$\text{Ecuación 31: } Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

Donde, μ es una constante y u , al igual que antes, es el término de error estocástico de ruido

blanco. Aquí, Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado. Así, en este caso decimos que, Y sigue un proceso de promedios móviles de primer orden, o MA (1).

Y, en forma general:

$$\text{Ecuación 32: } Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

Es un proceso MA (q). En resumen, un proceso de promedios móviles es sólo una combinación lineal de términos de error de ruido blanco.

Con respecto al proceso integrado, si una serie de tiempo es integrada de orden 1 ($I(1)$), sus primeras diferencias son $I(0)$, por tanto, estacionarias. A su vez, si una serie de tiempo es $I(2)$, sus segundas diferencias son $I(0)$. De manera general si una serie de tiempo es $I(d)$, después de diferenciarla d veces se obtiene una serie $I(0)$.

Por lo tanto, si se diferencia la serie de tiempo d veces para que sea estacionaria y luego aplicarle el modelo ARMA (p, q) se dice que la serie es una serie de tiempo autorregresiva integrada de promedios móviles con ARIMA (p, d, q) en donde p denota el número de términos autorregresivos, "d" el número de veces que la serie debe diferenciarse para hacerse estacionaria y q el número de términos de promedios móviles.

Supuestos aplicados para las proyecciones

Los modelos de estudio se aplicaron en un periodo de estudio de diciembre 2012 a octubre 2022, en donde se seleccionó como variables dependientes de estudio la morosidad mayor a 90 días de las siguientes actividades económicas: comercio, servicios, construcción y consumo, ya que representan una de las carteras más grandes del Sistema Financiero costarricense.

Las variables independientes del modelo se fijaron en relación con las matrices de correlación en torno a cada variable dependiente, se tomaron aquellas que tenían una relación directa o inversa fuerte. A continuación, fueron seleccionadas: Índice Mensual de Actividad económica (IMAE); Índice Mensual de Actividad económica (IMAE) del comercio, servicios y construcción; Tasa de referencia internacional: PRIME; el Índice de Tipo de Cambio Efectivo Real Multilateral con Ponderadores Móviles (ITCER); tipo de cambio promedio MONEX; y la inflación del del Hierro y acero.

Se tomaron en consideración varios supuestos para poder realizar las proyecciones de los modelos econométricos. Para ello se tomaron las proyecciones macroeconómicas para 2023, expuestas en el Informe de Política Monetaria del Banco Central de Costa Rica del período de octubre 2022. A continuación, se asume:

- Un crecimiento del índice Mensual de Actividad Económica de 2.70%.
- Un crecimiento del índice Mensual de Actividad Económica de la Construcción de - 0.30%.
- Un crecimiento del índice Mensual de Actividad Económica del comercio de 1.20%.
- Un crecimiento del índice Mensual de Actividad Económica de los servicios de 4%.
- Un crecimiento de la inflación de 4.60%.

Para el caso de las variables cuyas proyecciones no se encontraban para 2023, se utilizó el criterio experto en donde se fijaron de la siguiente forma:

- La inflación del hierro y acero al no estar disponible se asume el ultimo valor del corte es decir octubre 2022.
- Dado el comportamiento volátil del tipo de cambio, Monex e ITCER, se asume el ultimo valor del corte es decir octubre 2022.

Capítulo 4

Resultados

A continuación, se muestra los resultados para cada uno de los modelos aplicados para la morosidad mayor a 90 días para las actividades económicas elegidas.

Método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

A. **Construcción:** se explica por medio de la salida de la

VARIABLES	REZAGOS	COEFICIENTE ESTIMADO	ERROR ESTÁNDAR	VALOR T	SIGNIFICANCIA
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
Estadísticos de ajuste					
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F		98.06
R cuadrado ajustado:		0.74	Significancia del modelo		<2.2e-16

B. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de construcción es:

$$\text{Ecuación 33: } \hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 X_3 + \hat{u}_i, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de construcción)

$\hat{\beta}_0$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual del IMAE de construcción rezagado un mes

X_2 = Inflación del Hierro y el acero

X_3 = LN (Tasa Prime) rezagado seis meses

\hat{u}_i = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCO, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 3 Resultados de las propiedades de MCO"):

1. **Normalidad:** no cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Shapiro-Wilk y Jarque Bera, al graficar los residuos por medio de un histograma vemos que no se distribuyen en torno al 0. Por lo tanto, se aplica una transformación en donde se aíslan los valores atípicos, dando como resultado la normalidad del modelo.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que da 5.793113e-18, se encuentra muy cercano a cero y por la representación gráfica las observaciones se acercan a la línea de regresión.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado un 10%, por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** el modelo es independiente aplicando la prueba de Durbin Watson.

Por lo tanto, dado que pasa las cuatro propiedades más importantes de MCO, se decide a criterio experto usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 34 } \hat{Y} = 27.43 - 0.42X_1 + 1.15X_2 + 0.64X_3$$

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
-----------	---------	-----------------------	----------------	---------	---------------

Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F		98.06
R cuadrado ajustado:		0.74	Significancia del modelo		<2.2e-16

Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción

Fuente: Elaboración propia.

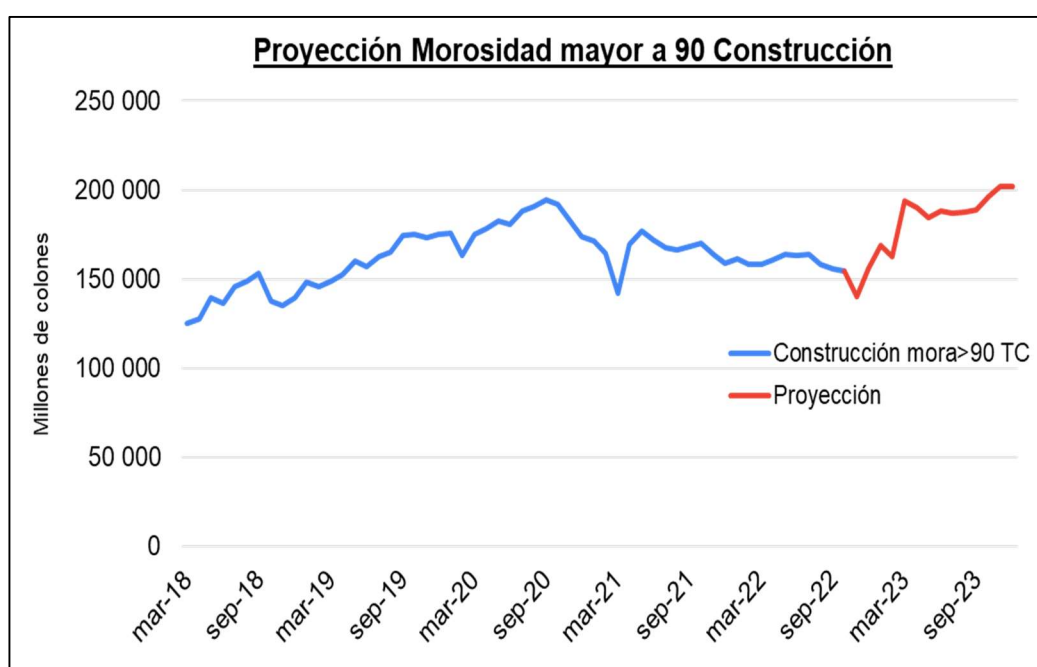
De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de construcción:

- El índice mensual de actividad económica de construcción tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE de construcción mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -0.42%.
- En cuanto, a la inflación del hierro y el acero tiene una relación directa con el nivel de morosidad. En donde, un incremento en el precio de estos insumos se corresponde con un aumento en la morosidad de 1.15%. Y al ser materia prima para muchas constructoras un aumento significativo en el precio puede conllevar a insolvencias financieras de las firmas que se traduce en pérdida adquisitiva. Esto a su vez encarece el precio de las viviendas, lo que ocasiona en muchos consumidores la baja de demanda de vivienda o ejecución de proyectos por parte del Gobierno, afectando nuevamente los ingresos de las constructoras.

- En lo que respecta a la tasa PRIME, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumentan las tasas de interés aumenta la morosidad en 0.64%, esto se explica por un aumento en las condiciones del crédito como la cuota.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a un aumento a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 12 Resultado de la proyección MCO construcción

Ilustración 12 Resultado de la proyección MCO construcción



Fuente: Elaboración propia.

- C. **Comercio:** se explica por medio de la salida de la Tabla 4 Resultados de la regresión de comercio. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de comercio es:

$$\text{Ecuación 35: } \hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 X_3 + \hat{\beta}_4 X_4 + \hat{u}_i, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de comercio)

$\hat{\beta}_0$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual porcentual del IMAE de comercio

X_2 = LN (Tasa Prime)

X_3 = LN(ITCER)

\hat{u}_i = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCO, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado “

Anexo 4 Resultados de las propiedades de MCO comercio”).

1. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media de los residuos da $-4.570191e-18$, se encuentra muy cercano a cero y por la representación gráfica las observaciones se acercan a la línea de regresión.
2. **Normalidad:** cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Shapiro-Wilk y Jarque Bera, al graficar los residuos por medio de un histograma vemos que se distribuyen en torno al 0.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado un 62%, por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** el modelo es independiente aplicando la prueba de Durbin Watson, por lo tanto, se asume que tiene autocorrelación.

Por lo tanto, dado que pasa tres de las cuatro propiedades de MCO, se decide a criterio experto usar el modelo. Por lo tanto, al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 36 } \hat{Y} = 10.31 - 2.75X_1 + 0.49X_2 + 3.49X_3$$

Tabla 4 Resultados de la regresión de comercio

Variables	Rezagos	Coefficiente	Error	Valor	Significancia
Intercepto	0	10.23	1.12	9.21	1.77E-15
Variación	0	-2.75	0.35	-7.84	2.45E-12
Ln (Tasa Prime)	0	0.5	0.07	6.99	1.90E-10
Ln (ITCER)	0	3.5	0.23	14.87	<2E-16
R cuadrado:			Estadístico -F	0.76	
R cuadrado ajustado:			Significancia	<2.2-16	

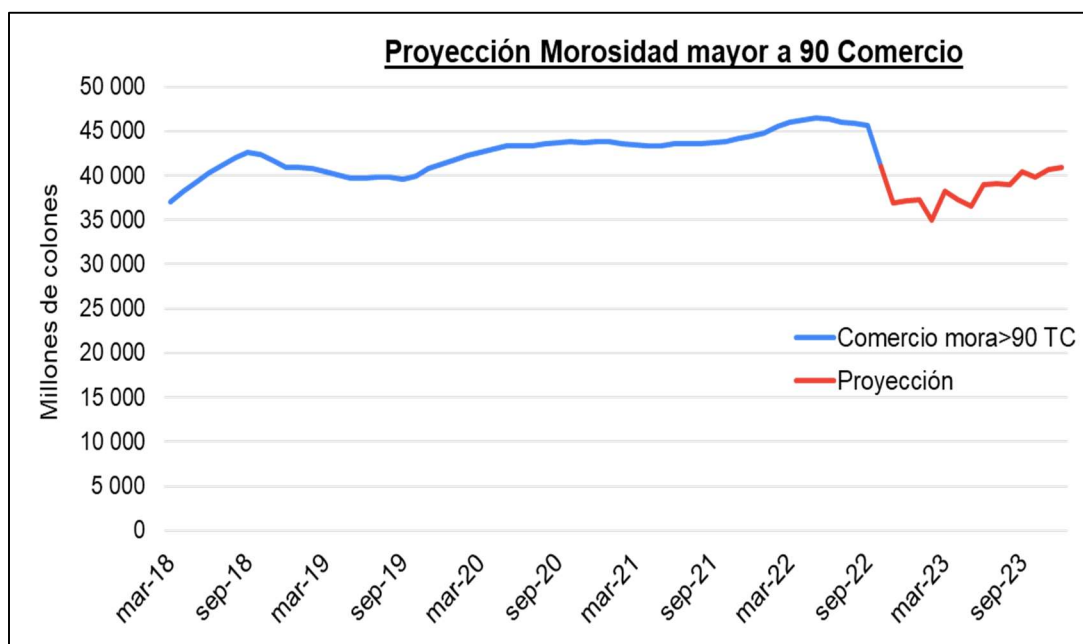
Fuente: Elaboración propia.

De

- El índice mensual de actividad económica de comercio tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE de comercio mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -2.75%. Esto se explica ya que, al dinamizarse el comercio, aumenta el flujo de ingreso de este sector y, por lo tanto, hay una mejora en su capacidad para cumplir con sus obligaciones.
- En lo que respecta a la tasa PRIME, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumentan las tasas de interés aumenta la morosidad en 0.50%, esto se explica por un aumento en las condiciones del crédito como la cuota.
- En cuanto al índice del tipo de cambio real, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Un incremento en el índice de tipo de cambio real se traduce en un incremento en los niveles de mora de 3.50%, este es el coeficiente con mayor fuerza en el modelo. Esta variable también incide en la cuota ya que, si dicho comercio es considerado no generador de divisas, va a ver aumentada la cuota de su crédito y por la pérdida de valor de la moneda local.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 13 Ilustración 12 Resultado de la proyección MCO construcción

Ilustración 13 Resultado de la proyección MCO comercio



Fuente: Elaboración propia.

- D. **Consumo:** se explica por medio de la salida de la Ecuación 38 $\hat{Y} = 29.31 - 0.71X_1 + 0.77X_2$
- E. Tabla 5 Resultados de la regresión de consumo. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de consumo es:

$$\text{Ecuación 37: } \hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{u}_i, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de consumo)

$\hat{\beta}_0$ = Intercepto o constante

X_1 = LN (Tasa de desempleo)

X_2 = LN (Tasa Prime) rezagado 1 mes

\hat{u}_i = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCO, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado “

Anexo **5** Resultados de las propiedades de MCO consumo”).

1. **Normalidad:** no cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Shapiro-Wilk y Jarque Bera, al graficar los residuos por medio de un histograma vemos que no se distribuyen en torno al 0. Por lo tanto, se aplica una transformación en donde se aíslan los valores atípicos, dando como resultado la normalidad del modelo.
2. **Modelo de regresión lineal:** en línea con la transformación de los datos, se cumple con la linealidad ya que la media de los residuos da $-4.618284e-19$. Por lo tanto, se ubica muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado un 57%, por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** al aplicar la prueba sobre el modelo transformado el Durbin Watson es independiente.

Por lo tanto, dado que pasa las cuatro propiedades más importantes de MCO, se decide a criterio experto usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 38 } \hat{Y} = 29.31 - 0.71X_1 + 0.77X_2$$

Tabla 5 Resultados de la regresión de consumo

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	29.32	0.18	157.5	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	1	0.77	0.04	16.18	<2e-16
Ln (Tasa de desempleo)	0	0.71	0.03	19.6	<2e-16
R cuadrado:		0.85	Estadístico -F		282.3
R cuadrado ajustado:		0.85	Significancia del modelo		<2e-16

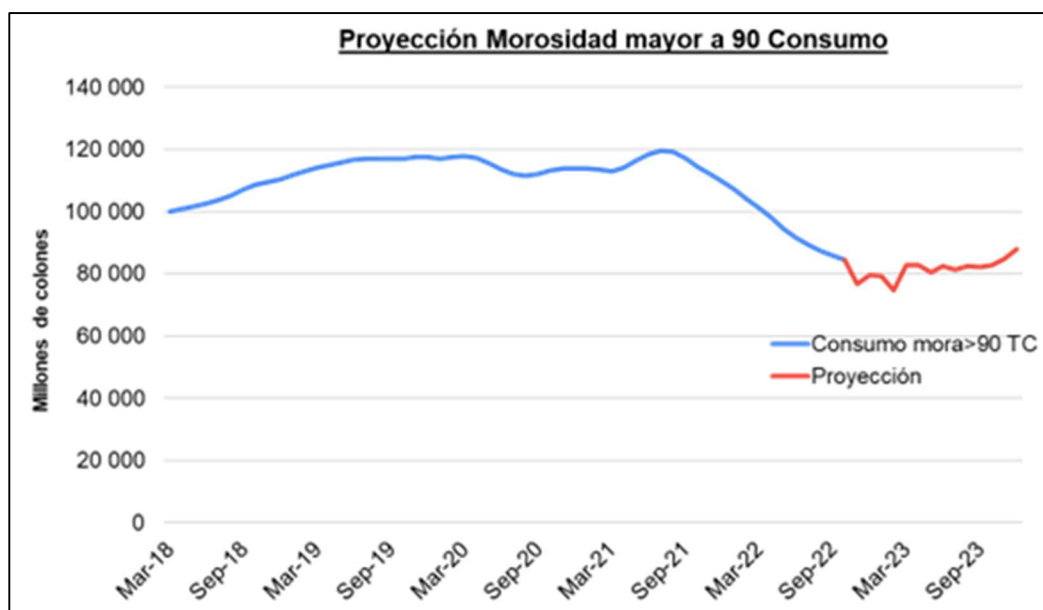
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de consumo:

- La tasa PRIME tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumenta con un mes de rezago, incrementa la morosidad en 0.77%. Esto se explica por un aumento en las condiciones del crédito.
- La tasa de desempleo también posee la misma dirección que la tasa prime. En donde, al crecer el desempleo impacta 0.71%. Al estar el deudor desempleado y perder su fuente de ingresos primaria, el modelo indica que estos no podrán cumplir con su obligación crediticia.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 14.

Ilustración 14 Resultado de la proyección MCO consumo



Fuente: Elaboración propia.

F. **Servicios:** se explica por medio de la salida de la

H. Tabla 6 Resultados de la regresión de servicios. En donde, la ecuación se para

	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	5.76	1.56	3.69	3.40E-04
Variación interanual del IMAE	0	-3.84	0.64	-6.003	2.36E-08
Ln (Tasa Prime)	1	0.74	0.1	7.193	7.15E-11
Ln (ITCER)	0	4.77	0.33	14.42	<2e-16
R cuadrado:					
		0.74	Estadístico -F		106.7
R cuadrado ajustado:					
		0.73	Significancia del modelo		<2.2e-16

modelar la morosidad mayor a 90 días de servicios es:

$$\text{Ecuación 39: } \hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 X_3 + \hat{\beta}_4 X_4 + \hat{u}_i, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de servicios)

$\hat{\beta}_0$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual porcentual del IMAE

X_2 = LN (Tasa Prime)

X_3 = LN(ITCER)

\hat{u}_i = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCO, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 6 Resultados de las propiedades de MCO servicios").

1. **Normalidad:** cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Shapiro-Wilk y Jarque Bera, al graficar los residuos por medio de un histograma vemos que se distribuyen en torno al 0.

2. **Modelo de regresión lineal:** en línea con la transformación de los datos, se cumple con la linealidad ya que la media de los residuos da $-1.437728e-17$. Por lo tanto, se ubica muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado un 40%, por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** al aplicar la prueba sobre el modelo transformado el Durbin Watson es independiente.

Por lo tanto, dado que pasa las cuatro propiedades más importantes de MCO, se decide a criterio experto usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 40 } \hat{Y} = 5.76 - 3.84X_1 + 0.74X_2 + 4.77X_3$$

Tabla 6 Resultados de la regresión de servicios

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	5.76	1.56	3.69	3.40E-04
Variación interanual del IMAE	0	-3.84	0.64	-6.003	2.36E-08
Ln (Tasa Prime)	1	0.74	0.1	7.193	7.15E-11
Ln (ITCER)	0	4.77	0.33	14.42	<2e-16
R cuadrado:		0.74	Estadístico -F		106.7
R cuadrado ajustado:		0.73	Significancia del modelo		<2.2e-16

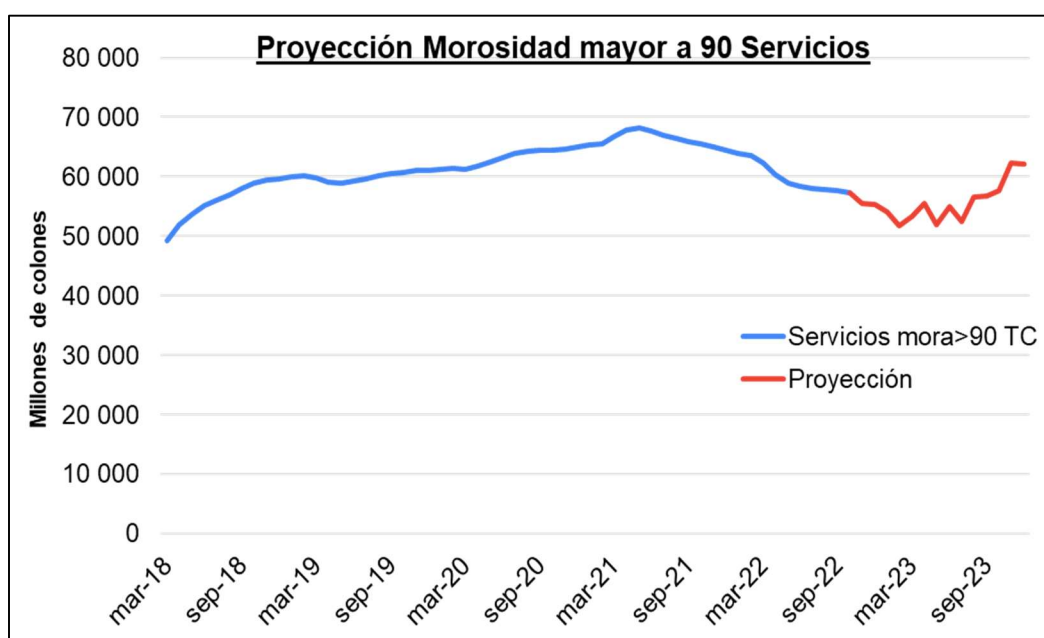
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de servicios:

- El índice mensual de actividad económica tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -3.48%.
- La tasa PRIME tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumenta con un mes de rezago, incrementa la morosidad en 0.74%. Esto se explica por un aumento en las condiciones del crédito.
- En cuanto al índice del tipo de cambio real, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Un incremento en el índice de tipo de cambio real se traduce en un incremento en los niveles de morosidad de 3.50%, este es el coeficiente con mayor fuerza en el modelo. Esta variable también incide en la cuota ya que, si dicho comercio es considerado no generador de divisas, va a ver aumentada la cuota de su crédito y por la pérdida de valor de la moneda local.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría a tender una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 15.

Ilustración 15 Resultado de la proyección MCO servicios



Fuente: Elaboración propia.

Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF)

A. **Construcción:** se explica por medio de la salida de la

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
Resumen del Modelo					
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F		98.06
R cuadrado ajustado:		0.74	Significancia del modelo		<2.2e-16

B. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación para modelar la morosidad mayor a 90 días de construcción es:

$$\text{Ecuación 41: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3}{\hat{Y}} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de construcción)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual del IMAE de construcción

X_2 = Inflación del Hierro y el acero

X_3 = LN (Tasa Prime)

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCGF, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado “Anexo 3 Resultados de las propiedades de MCO”):

1. **Normalidad:** no cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado 50%. Por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa las dos de las propiedades más importantes de MCGF, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 42 } \hat{Y} = 25.97 - 1.05X_1 + 1.26X_2 + 0.19X_3$$

Tabla 7 Resultados MCGF de construcción

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	25.97	0.36	71.11	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	0	-1.05	0.21	-4.85	3.86E-06
Inflación del Hierro y el acero	0	1.26	0.12	10.51	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	0	0.19	0.11	1.74	8.00E-02
R cuadrado:		0.56	Estadístico -F	50.78	
R cuadrado ajustado:		0.55	Significancia del modelo	<2.2e-16	

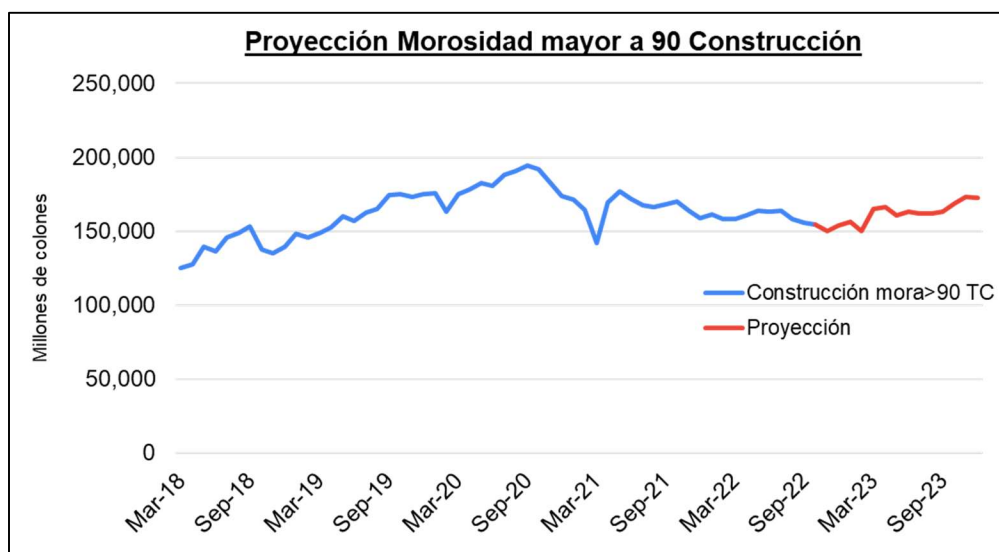
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas, se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de construcción:

- El índice mensual de actividad económica de construcción tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE de construcción mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -1.05%.
- En cuanto, a la inflación del hierro y el acero tiene una relación directa con el nivel de morosidad. En donde, un incremento en el precio de estos insumos se corresponde con un aumento en la morosidad de 1.26%.
- En lo que respecta a la tasa PRIME, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumentan las tasas de interés aumenta la morosidad en 0.19%.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender un aumento a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la *Ilustración 16* Resultado de la proyección MCGF construcción.

Ilustración 16 Resultado de la proyección MCGF construcción



Fuente: Elaboración propia.

- C. **Comercio:** se explica por medio de la salida de la 8. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de comercio es:

$$\text{Ecuación 43: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3}{\hat{Y}} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de comercio)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual porcentual del IMAE de comercio

X_2 = LN (Tasa Prime)

X_3 = LN(ITCER)

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCGF, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 8"):

1. **Normalidad:** cumple con la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado 60%. Por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa las tres propiedades más importantes de MCGF, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 44 } \hat{Y} = 10.36 - 2.75X_1 + 0.50X_2 + 3.49X_3$$

Tabla 8 Resultados MCGF de comercio

Variabes	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	10.36	1.12	9.19	1.97E-15
Variación interanual del IMAE de comercio	0	-2.7	0.35	-7.8	2.96E-12
Ln (Tasa Prime)	0	0.5	0.07	7	1.77E-10
Ln (ITCER)	0	3.49	0.23	14.79	<2e-16
R cuadrado:		0.77	Estadístico -F	127.8	
R cuadrado ajustado:		0.76	Significancia del modelo	<2.2e-16	

Fuente: Elaboración propia.

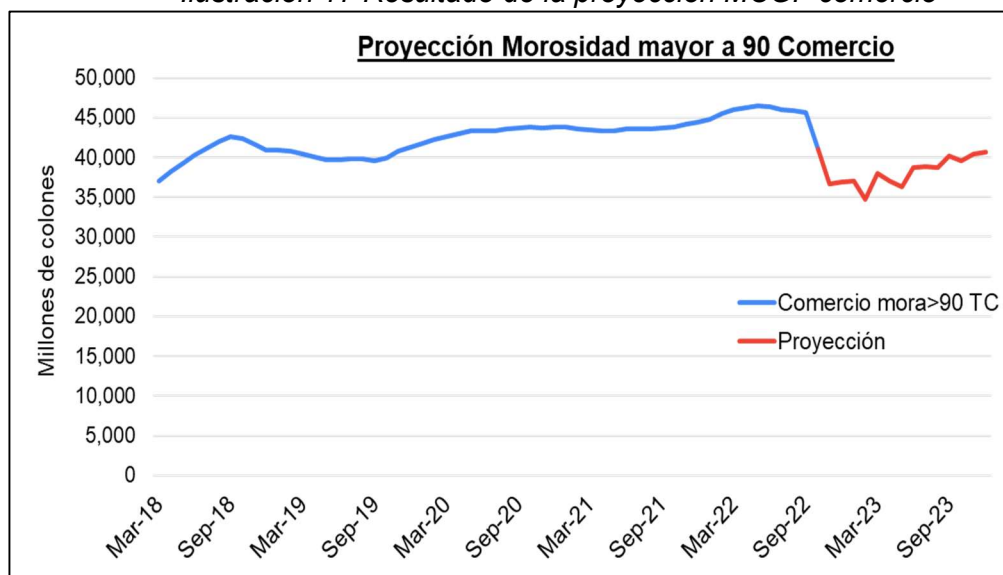
De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de comercio:

- El índice mensual de actividad económica de comercio tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE de comercio mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -2.75%.

- En lo que respecta a la tasa PRIME, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumentan las tasas de interés aumenta la morosidad en 0.50%.
- En cuanto al índice del tipo de cambio real, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Un incremento en el índice de tipo de cambio real se traduce en un incremento en los niveles de mora de 3.49%, este es el coeficiente con mayor fuerza en el modelo.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 17 Ilustración 15 Resultado de la proyección MCO servicios.

Ilustración 17 Resultado de la proyección MCGF comercio



Fuente: Elaboración propia.

- D. **Consumo:** se explica por medio de la salida de la 9. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de consumo es:

$$\text{Ecuación 45: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_2 X_2}{\hat{Y}} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de consumo)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = LN (Tasa de desempleo)

X_2 = LN (Tasa Prime)

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCGF, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 9"):

1. **Normalidad:** no cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado 53%. Por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa dos propiedades más importantes de MCGF, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 46 } \hat{Y} = 29.17 - 0.74X_1 + 0.70X_2$$

Tabla 9 Resultados MCGF de consumo

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	29317	0.27	106.2	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	0	0.74	0.07	10.54	<2e-16
Ln (Tasa de desempleo)	0	0.7	0.05	13.18	<2e-16
R cuadrado:		0.68	Estadístico -F		124.9
R cuadrado ajustado:		0.67	Significancia del modelo		<2.2e-16

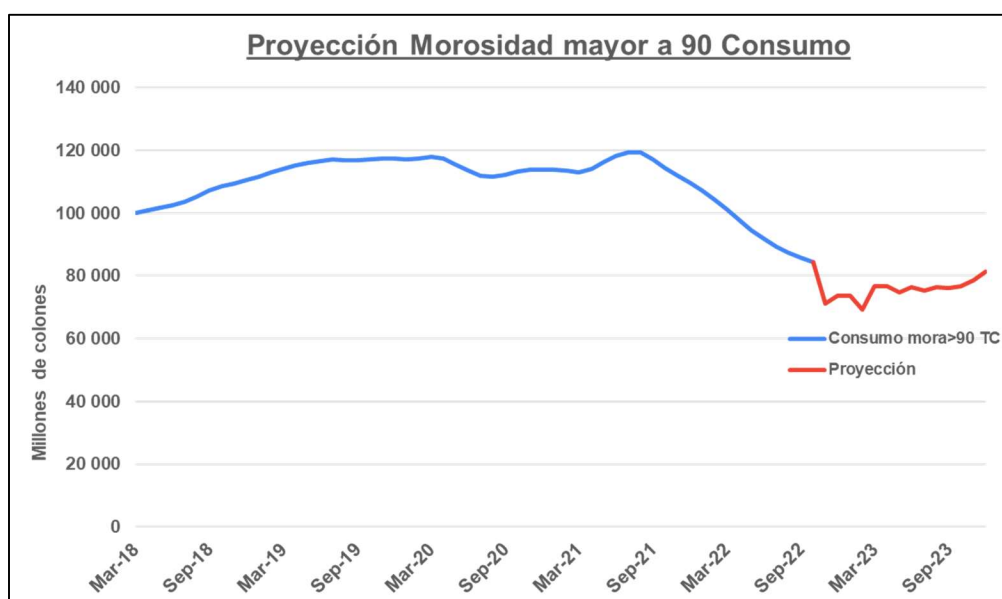
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de consumo:

- La tasa PRIME tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumenta con un mes de rezago, incrementa la morosidad en 0.74%.
- La tasa de desempleo también posee la misma dirección que la tasa prime. En donde, al crecer el desempleo impacta 0.70%.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría a tender una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 18.

Ilustración 18 Resultado de la proyección MCGF consumo



Fuente: Elaboración propia.

- E. **Servicios:** se explica por medio de la salida de la Tabla 10. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de servicios es:

$$\text{Ecuación 47: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3}{\hat{Y}} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de servicios)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual porcentual del IMAE

X_2 = LN (Tasa Prime)

X_3 = LN(ITCER)

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCGF, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 10"):

1. **Normalidad:** cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media da se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** al aplicar la prueba de puntuación de varianza no constante a un Alpha del 5%, se obtiene como resultado 53%, por lo tanto, se asume que no posee problemas de heterocedasticidad.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa las tres propiedades más importantes de MCGF, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 48 } \hat{Y} = 5.81 - 4.11X_1 + 0.69X_2 + 4.72X_3$$

Tabla 10 Resultados MCGF de servicios

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	5.81	1.62	3.47	7.16E-04
Variación interanual del IMAE	0	-4.11	0.67	-6.093	1.15E-08
Ln (Tasa Prime)	0	0.69	0.1	6.47	2.45E-09
Ln (ITCER)	0	4.72	0.35	13.44	<2e-16
R cuadrado:		0.71	Estadístico -F	96.95	
R cuadrado ajustado:		0.70	Significancia del modelo	<2.2e-16	

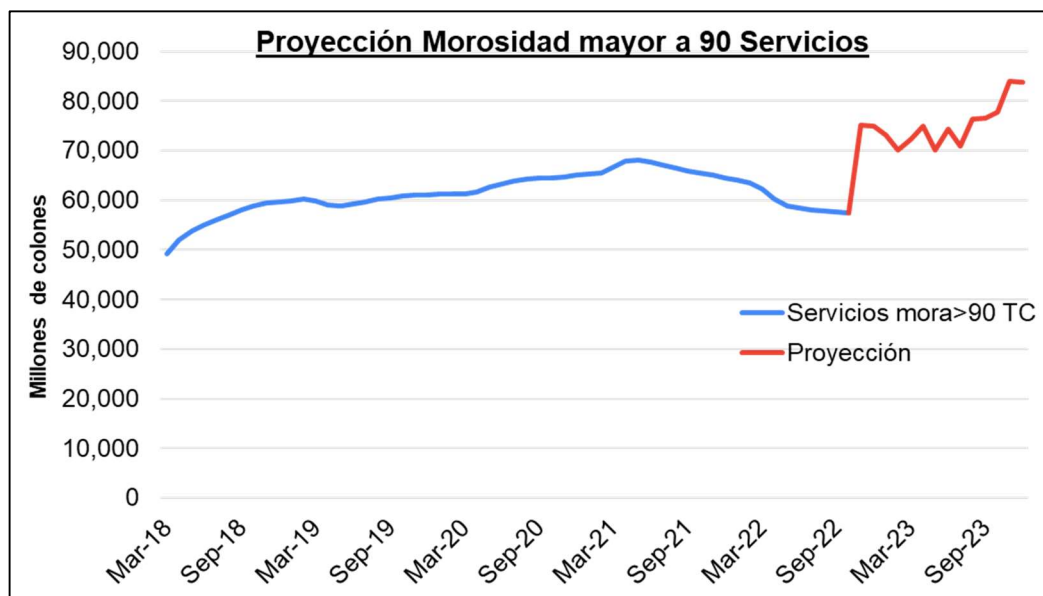
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de servicios:

- El índice mensual de actividad económica tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -4.11%.
- La tasa PRIME tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumenta con un mes de rezago, incrementa la morosidad en 0.69%.
- En cuanto al índice del tipo de cambio real, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Un incremento en el índice de tipo de cambio real se traduce en un incremento en los niveles de morosidad de 4.72%, este es el coeficiente con mayor fuerza en el modelo.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a aumentar a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 19.

Ilustración 19 Resultado de la proyección MCGF servicios



Fuente: Elaboración propia.

Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG)

A. **Construcción:** se explica por medio de la salida de la

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
R cuadrado:					
		0.75	Estadístico -F	98.06	
R cuadrado ajustado:					
		0.74	Significancia del modelo	<2.2e-16	

B. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación para modelar la morosidad mayor a 90 días de construcción es:

$$\text{Ecuación 49: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3}{\beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de construcción)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual del IMAE

X_2 = Inflación del Hierro y el acero

X_3 = LN (Tasa Prime)

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCO, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado “Anexo 11”):

1. **Normalidad:** sí cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** El modelo de MCG viola el supuesto de homocedasticidad, esto significa que su variable dependiente debe agruparse con varianzas similares, creando un patrón de dispersión uniforme.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa las dos propiedades más importantes de MCG, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 50 } \hat{Y} = 25.78 - 1.26X_1 + 1.25X_2 + 0.13X_3$$

Tabla 11 Resultados MCG de construcción

Variabes	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	25.78	0.44	58	0.00E+00
Variación interanual del IMAE de construcción	-1.26	0.29	-4.35	0.00E+00
Inflación del Hierro y el acero	1.25	0.14	8.48	0.00E+00
Ln (Tasa Prime)	0.13	0.13	0.95	3.40E-01

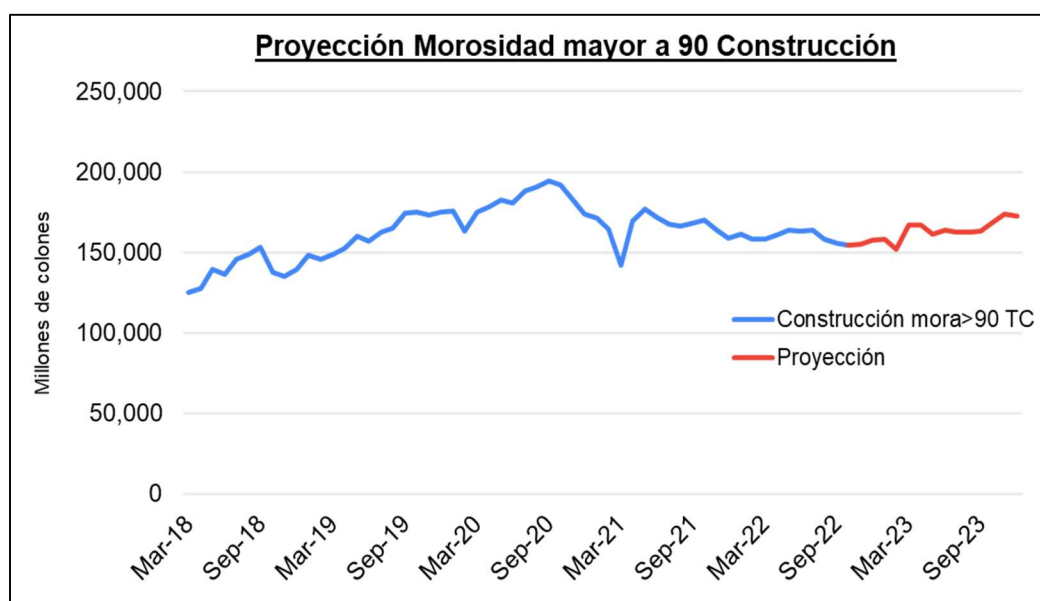
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de construcción:

- El índice mensual de actividad económica de construcción tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE de construcción mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -1.26%.
- En cuanto, a la inflación del hierro y el acero tiene una relación directa con el nivel de morosidad. En donde, un incremento en el precio de estos insumos se corresponde con un aumento en la morosidad de 1.25%.
- En lo que respecta a la tasa PRIME, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumentan las tasas de interés aumenta la morosidad en 0.13%.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender un aumento a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 20.

Ilustración 20 Resultado de la proyección MCG construcción



Fuente: Elaboración propia.

- C. **Comercio:** se explica por medio de la salida de la Tabla 12. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de comercio es:

$$\text{Ecuación 51: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3}{\beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de comercio)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual porcentual del IMAE de comercio

X_2 = LN (Tasa Prime)

X_3 = LN(ITCER)

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCG, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 12"):

1. **Normalidad:** cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** El modelo de MCG viola el supuesto de homocedasticidad, esto significa que su variable dependiente debe agruparse con varianzas similares, creando un patrón de dispersión uniforme.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa las dos propiedades más importantes de MCG, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 52 } \hat{Y} = 14.62 - 2.51X_1 + 0.38X_2 + 2.46X_3$$

Tabla 12 Resultados MCG de comercio

Variables	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	14.62	2.8	5.21	0.00E+00
Variación interanual del IMAE de comercio	-2.51	0.86	-2.9	4.40E-02
Ln (Tasa Prime)	0.38	0.23	1.63	1.04E-01
Ln (ITCER)	2.46	0.59	4.15	1.00E-05

Fuente: Elaboración propia.

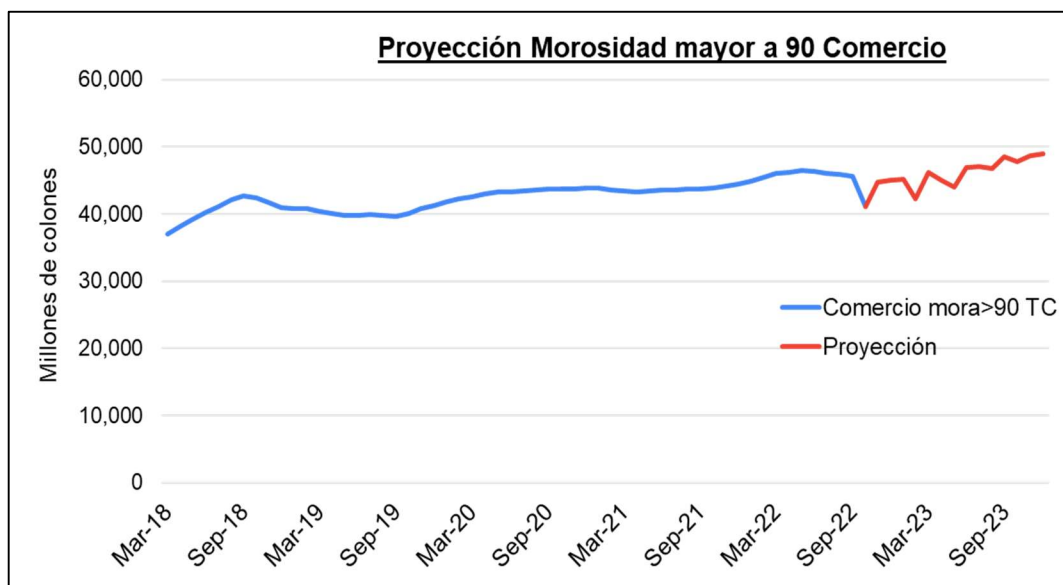
De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de comercio:

- El índice mensual de actividad económica de comercio tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE de comercio mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -2.51%.
- En lo que respecta a la tasa PRIME, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumentan las tasas de interés aumenta la morosidad en 0.38%.

- En cuanto al índice del tipo de cambio real, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Un incremento en el índice de tipo de cambio real se traduce en un incremento en los niveles de mora de 2.46%, este es el coeficiente con mayor fuerza en el modelo.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender un aumento a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la Ilustración 15 Resultado de la proyección MCO servicios.

Ilustración 21 Resultado de la proyección MCG comercio



Fuente: Elaboración propia.

- D. **Consumo:** se explica por medio de la salida de la Tabla 13. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de consumo es:

$$\text{Ecuación 53: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_2 X_2}{\beta_2 X_1 + \beta_2 X_2} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de consumo)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = LN (Tasa de desempleo)

$$X_2 = \text{LN (Tasa Prime)}$$

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCG, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 12"):

1. **Normalidad:** no cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** El modelo de MCG viola el supuesto de homocedasticidad, esto significa que su variable dependiente debe agruparse con varianzas similares, creando un patrón de dispersión uniforme.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa unas propiedades más importantes de MCG, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 54 } \hat{Y} = 29.15 - 0.74X_1 + 0.70X_2$$

Tabla 13 Resultados MCG de consumo

Variables	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	29.15	0.27	106.48	0.00E+00
Ln (Tasa Prime)	0.74	0.07	10.54	0.00E+00
Ln (Tasa de desempleo)	0.7	0.05	113.22	0.00E+00

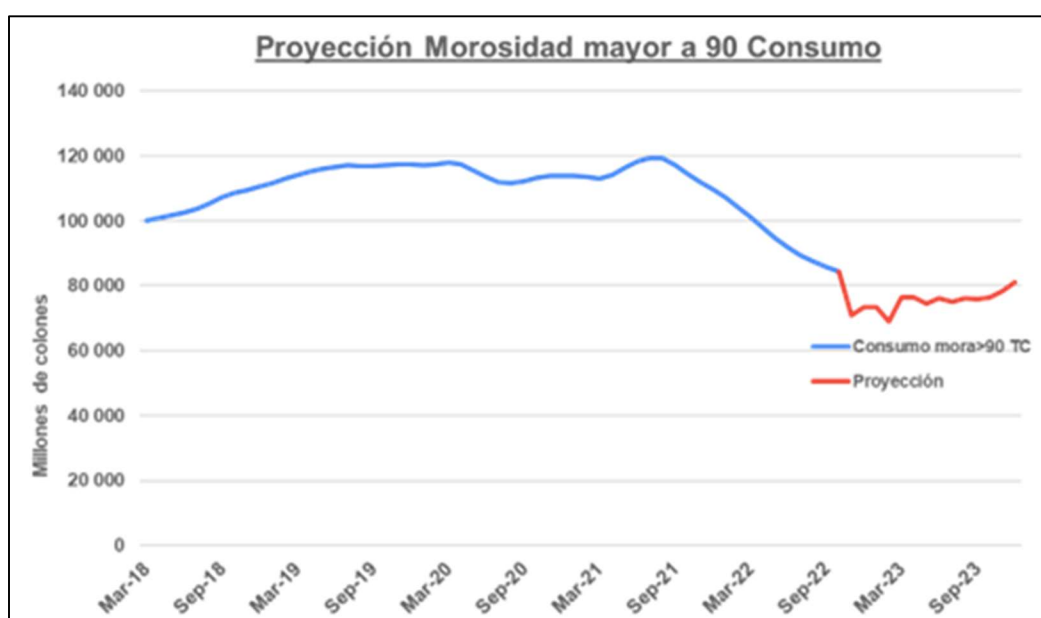
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de consumo:

- La tasa PRIME tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumenta con un mes de rezago, incrementa la morosidad en 0.74%.
- La tasa de desempleo también posee la misma dirección que la tasa prime. En donde, al crecer el desempleo impacta 0.70%.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la .

Ilustración 22 Resultado de la proyección MCG comercio



Fuente: Elaboración propia.

E. **Servicios:** se explica por medio de la salida de la Tabla 14. En donde, la ecuación se para modelar la morosidad mayor a 90 días de servicios es:

$$\text{Ecuación 55: } \hat{Y} = \frac{\beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3}{\beta_2 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3} + \hat{u}, \text{ en donde:}$$

\hat{Y} = LN (Mora mayor a 90 días nominal de servicios)

$\hat{\beta}_1$ = Intercepto o constante

X_1 = Variación interanual porcentual del IMAE

$$X_2 = \text{LN}(\text{Tasa Prime})$$

$$X_3 = \text{LN}(\text{ITCER})$$

\hat{u} = residuos

En cuanto al cumplimiento de las propiedades de MCG, el modelo obtuvo el siguiente resultado (para más detalle de las salidas y los gráficos para cada uno ir al apartado "Anexo 14"):

1. **Normalidad:** no cumple la definición de normalidad a un Alpha del 5% para las pruebas de Jarque Bera.
2. **Modelo de regresión lineal:** cumple con la linealidad ya que la media se encuentra muy cercano a cero.
3. **Homocedasticidad:** El modelo de MCG viola el supuesto de homocedasticidad, esto significa que su variable dependiente debe agruparse con varianzas similares, creando un patrón de dispersión uniforme.
4. **Autocorrelación:** el modelo presenta autocorrelación de los errores.

Por lo tanto, dado que pasa una de las propiedades más importantes de MCG, se decide a criterio experto no usar el modelo. Al sustituir los coeficientes por los valores arrojados en el modelo, la ecuación se ve de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación 56 } \hat{Y} = 23.09 - 0.20X_1 + 0.15X_2 + 0.14X_3$$

Tabla 14 Resultados MCG de servicios

VARIABLES	Coeficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	23.09	0.59	38.74	0.00E+00
Variación interanual del IMAE	-0.02	0.26	-0.07	9.30E-01
Ln (Tasa Prime)	0.015	0.37	0.4	6.80E-01
Ln (ITCER)	0.14	0.13	1.07	2.80E-01

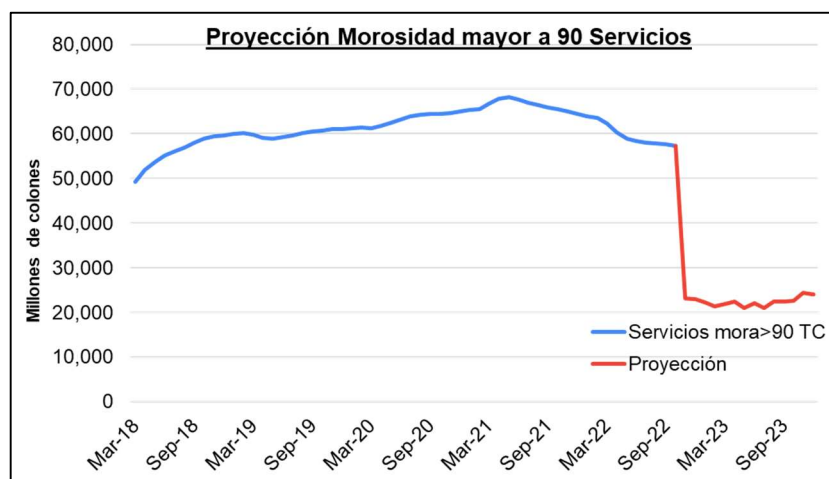
Fuente: Elaboración propia.

De los coeficientes obtenidos cumplen con la dirección esperada, tal que ante el aumento de un 1% de cada una de las variables exógenas se espera tenga el siguiente comportamiento sobre la morosidad mayor a 90 días de servicios.

- El índice mensual de actividad económica tiene una relación inversa con el nivel de morosidad. Por lo tanto, cuando el IMAE mejora la morosidad tendría un decrecimiento aproximado de -0.02%.
- La tasa PRIME tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Cuando aumenta con un mes de rezago, incrementa la morosidad en 0.01%.
- En cuanto al índice del tipo de cambio real, tiene una relación directa con el nivel de morosidad. Un incremento en el índice de tipo de cambio real se traduce en un incremento en los niveles de morosidad de 0.14%.

Realizando una simulación prospectiva de las variables macroeconómicas, según se señaló en el apartado de supuestos, la morosidad podría tender a una disminución a lo largo de 2023, este comportamiento se puede apreciar en la 23.

Ilustración 23 Resultado de la proyección MCG servicios



Fuente: Elaboración propia.

Modelo Autorregresivo Integrado de Medida Móvil (ARIMA)

A. **Construcción:** se explica por medio de la salida de la

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F		98.06
R cuadrado ajustado:		0.74	Significancia del modelo		<2.2e-16

B. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación para modelar la morosidad mayor a 90 días de construcción es:

Tabla 15 Resultados de ARIMA construcción

Coeficientes					
	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5
	-1.54	-1.32	-0.43	-0.177	0.0061
s.e.	0.1	0.118	0.22	0.22	0.18
	ar6	ma1	ma2	ma3	ma4
s.e.	0.09	1.355	0.0026	-1.3008	-0.94
	0.1	0.0801	0.1071	0.1006	0.0682
sigma^2 estimada como 7.182e+16: log likelihood=-2420.28					
Prueba z de los coeficientes					
	estimado	Error estándar	Valor Z	significancia	
ar1	-1.54	0.1	-14.08	<2.2e-16	
ar2	-1.32	0.18	-7.02	2.06E-12	
ar3	-0.43	0.22	-1.92	0.0543	
ar4	-0.17	0.22	-0.78	0.432	
ar5	0.006	0.18	0.03	0.9742	
ar6	0.09	0.1	0.94	0.3459	
ma1	1.35	0.08	16.91	<2.2e-16	
ma2	0.002	0.1	0.02	0.981	
ma3	-1.3	0.1	-12.92	<2.2e-16	
ma4	-0.94	0.06	-13.9	<2.2e-16	

Fuente: Elaboración propia.

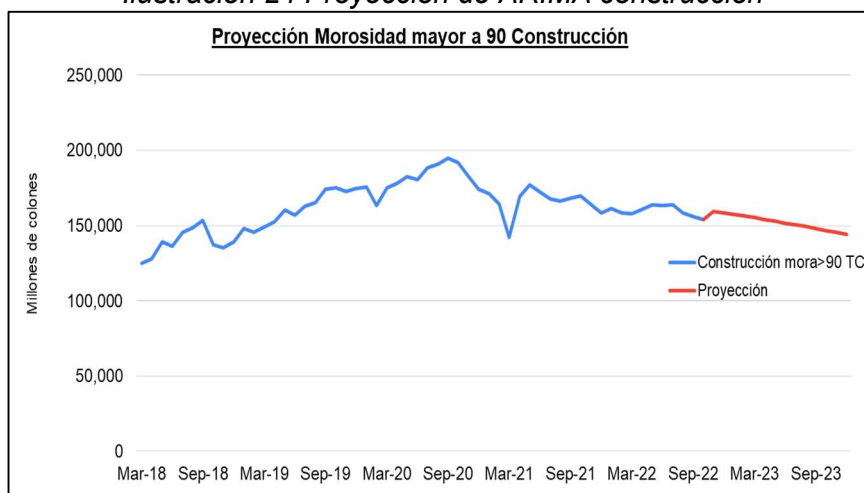
En base al comportamiento de los datos el modelo ARIMA de construcción se encuentra determinado por seis factores autorregresivos, tres diferencias y cuatro medias móviles (6,3,4). El mismo se encuentra dentro un nivel de significancia del 95% para los factores AR1, AR2, AR3, MA1, MA3 y MA4 y un nivel de significancia del 80% para los factores AR4, AR5, AR6 y MA2.

En cuanto, al cumplimiento de supuestos de ruido blanco los errores del modelo dado los resultados arrojados (ver Anexo 15) cumplen, ya que se encuentran por encima del nivel de significancia del 0.05%.

Proyección del modelo ARIMA construcción:

Dentro de los intervalos de confianza del 80% y 95% se tienen los siguientes valores proyectados:

Ilustración 24 Proyección de ARIMA construcción



Fuente: Elaboración propia.

C. **Servicios:** se explica por medio de la salida de la

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
Resumen del Modelo					
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F		98.06
R cuadrado ajustado:		0.74	Significancia del modelo		<2.2e-16

D. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación para modelar la morosidad mayor a 90 días de servicios es:

Tabla 16 Resultados de ARIMA servicios

Coeficientes					
	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5
	-0.59	-0.6	-0.0087	-0.33	0.11
s.e.	0.17	0.15	0.1584	0.1	0.15
	ma1	ma2	ma3		
	0.19	-0.54	-0.65		
s.e.	0.15	0.21	0.16		
sigma ² estimada como 7.022e+16: log likelihood=-2417.39					
Prueba z de los coeficientes					
	estimado	Error estándar	Valor Z	significancia	
ar1	-0.59	0.170	-3.370	0.00	
ar2	-0.60	0.150	-3.860	0.00	
ar3	-0.01	0.150	-0.050	0.96	
ar4	-0.33	0.100	-3.100	0.00	
ar5	0.17	0.150	0.700	0.44	
ma1	0.19	0.150	1.200	0.23	
ma2	-0.54	0.210	-2.550	0.01	
ma3	-0.65	0.160	-3.950	7.65E-05	

Fuente: Elaboración propia

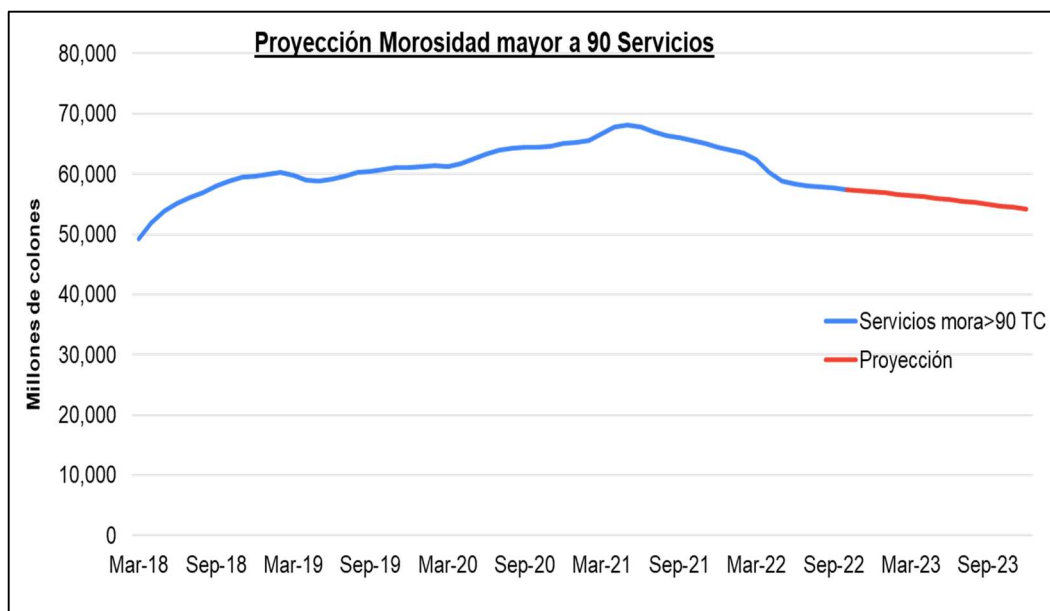
En base al comportamiento de los datos el modelo ARIMA de servicios se encuentra determinado por cinco factores autorregresivos, tres diferencias y tres medias móvil (5,3,3). El mismo se encuentra dentro un nivel de significancia del 95% para los factores AR1, AR2, AR4, MA2 y MA3 y un nivel de significancia del 80% para el factor AR3, AR5 y MA1.

En cuanto, al cumplimiento de supuestos de ruido blanco los errores del modelo dado los resultados arrojados (ver Anexo 16) cumplen, ya que se encuentran por encima del nivel de significancia del 0.05%.

Proyección del modelo ARIMA servicios:

Dentro de los intervalos de confianza del 80% y 95% se tienen los siguientes valores proyectados:

Ilustración 25 Proyección ARIMA servicios



Fuente: Elaboración propia

E. **Consumo:** se explica por medio de la salida de la

VARIABLES	REZAGOS	COEFICIENTE ESTIMADO	ERROR ESTÁNDAR	VALOR T	SIGNIFICANCIA
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
Estadísticos de ajuste					
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F		98.06
R cuadrado ajustado:		0.74	Significancia del modelo		<2.2e-16

F. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación para modelar la morosidad mayor a 90 días de consumo es:

Tabla 17 Resultados de ARIMA consumo

Coeficientes					
	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5
	1.61	-1.26	0.92	-1.07	0.7
s.e.	0.14	0.2	0.22	0.2	0.18
	ar6	ma1	ma2	ma3	ma4
	-0.05	-0.48	-0.48	-0.07	0.43
s.e.	0.11	0.11	0.091	0.08	0.09
	ma5	ma6			
	0.63	-0.87			
s.e.	0.07	0.09			
sigma^2 estimada como 5.292e+16: log likelihood=-2424.09					
Prueba z de los coeficientes					
	estimado	Error estándar	Valor Z	significancia	
ar1	1.61	0.140	11.480	<2.2e-16	
ar2	-1.03	0.200	-6.100	1.01E-09	
ar3	0.92	0.220	4.110	3.82E-05	
ar4	-1.07	0.200	-5.390	6.83E-08	
ar5	0.70	0.180	3.850	1.14E-04	
ar6	-0.05	0.110	-0.520	6.01E-01	
ma1	-0.48	0.110	-4.260	1.96E-05	
ma2	-0.48	0.090	-5.290	1.21E-05	
ma3	-0.07	0.080	-0.810	4.16E-01	
ma4	0.43	0.090	4.350	1.33E-05	
ma5	0.63	0.070	8.260	<2.2e-16	
ma6	-0.87	0.090	-9.310	<2.2e-16	

Fuente: Elaboración propia

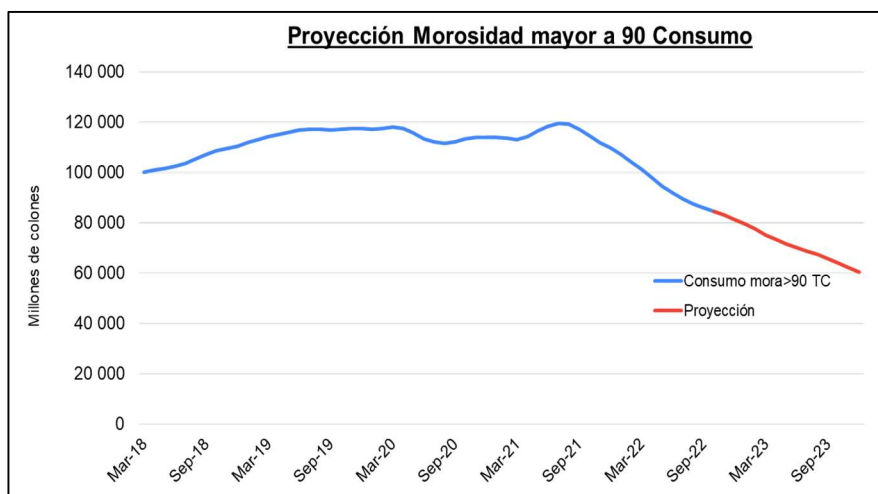
En base al comportamiento de los datos el modelo ARIMA de consumo se encuentra determinado por seis factores autorregresivos, dos diferencias y seis medias móvil (6,2,6). El mismo se encuentra dentro un nivel de significancia del 95% para los factores AR1, AR2, AR3, AR4, AR5, MA1, MA2, MA4, MA5 y MA6 y un nivel de significancia del 80% para los factores AR6 y MA3.

En cuanto, al cumplimiento de supuestos de ruido blanco los errores del modelo dado los resultados arrojados (ver Anexo 17) cumplen, ya que se encuentran por encima del nivel de significancia del 0.05%.

Proyección del modelo ARIMA consumo:

Dentro de los intervalos de confianza del 80% y 95% se tienen los siguientes valores proyectados:

Ilustración 26 Proyección ARIMA consumo



Fuente: Elaboración propia

G. **Comercio:** se explica por medio de la salida de la

Variables	Rezagos	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor t	Significancia
Intercepto	0	27.35	0.32	85.54	<2e-16
Variación interanual del IMAE de construcción	1	-0.42	0.17	-2.54	0.01
Inflación del Hierro y el acero	0	1.15	0.08	13.02	<2e-16
Ln (Tasa Prime)	6	0.64	0.09	6.62	1.84E-09
R cuadrado:		0.75	Estadístico -F	98.06	

R cuadrado ajustado:	0.74	Significancia del modelo	<2.2e-16
----------------------	------	--------------------------	----------

H. Tabla 3 Resultados de la regresión de construcción En donde, la ecuación para modelar la morosidad mayor a 90 días de comercio es:

Tabla 18 Resultados de ARIMA comercio

Coeficientes					
	ar1	ar2	ar3	ar4	ma1
	-1.14	-0.33	-0.19	-0.16	0.92
s.e.	0.12	0.14	0.13	0.09	0.11
	ma2	ma3			
	-0.99	-0.92			
s.e.	0.04	0.11			
sigma^2 estimada como 2.145e+16: log likelihood=4718.2					
Prueba z de los coeficientes					
	estimado	Error estándar	Valor Z	significancia	
ar1	-1.14	0.120	-9.410	<2.2e-16	
ar2	-0.33	0.140	-2.420	1.55E-02	
ar3	-0.19	0.130	-1.410	1.58E-01	
ar4	-0.16	0.090	-1.770	7.53E-02	
ma1	0.92	0.110	8.070	6.61E-16	
ma2	-0.99	0.040	-20.370	<2.2e-16	
ma3	-0.92	0.110	-8.190	2.56E-16	

Fuente: Elaboración propia

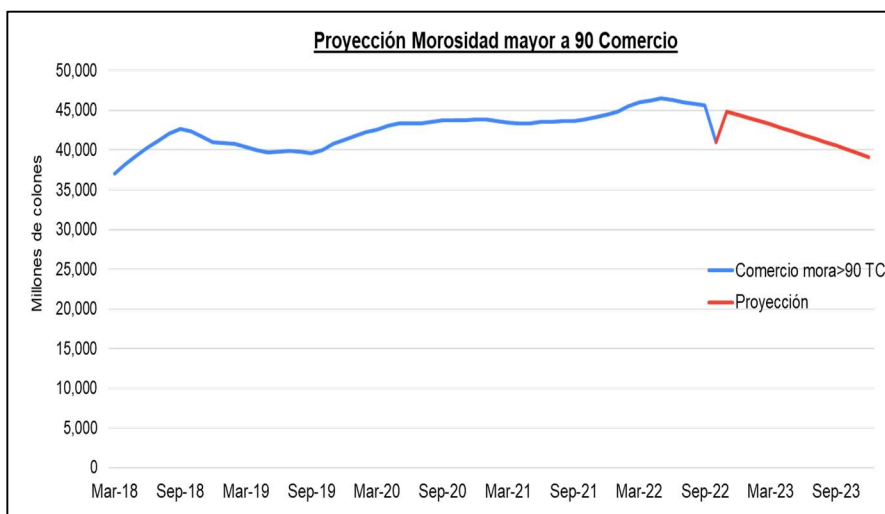
En base al comportamiento de los datos el modelo ARIMA de comercio se encuentra determinado por cuatro factores autorregresivos, tres diferencias y tres medias móvil (4,3,3). El mismo se encuentra dentro un nivel de significancia del 95% para los factores AR1, AR2, MA1, MA2 y MA3 un nivel de significancia del 90% para el factor AR4 y un nivel de significancia del 80% para el factor AR3.

En cuanto, al cumplimiento de supuestos de ruido blanco los errores del modelo dado los resultados arrojados (ver Anexo 17) cumplen, ya que se encuentran por encima del nivel de significancia del 0.05%.

Proyección del modelo ARIMA comercio:

Dentro de los intervalos de confianza del 80% y 95% se tienen los siguientes valores proyectados:

Ilustración 27 Proyección ARIMA comercio



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

Conclusiones

De acuerdo con los cuatro modelos econométricos aplicados: mínimos cuadrados ordinarios (MCO), modelo de mínimos cuadrados ponderados factibles (MCGF), modelo de mínimos cuadrados ponderados (MCG) y modelos autorregresivos integrados de media móviles (ARIMA). Se determinó que el mejor método para la modelación de la morosidad mayor a 90 días para cada una de las actividades económicas elegidas es mínimos cuadrados ordinarios.

Ello debido a que fue el único modelo de los analizados que cumplió con todas las propiedades para ser el mejor estimador lineal insesgado y además que fue el que menor Criterio de Información Akaike tuvo, tal y como se puede apreciar la siguiente tabla 19.

Tabla 19 Comparación criterio de información de Akaike (AIC)

Modelo	Construcción	Comercio	Consumo	Servicio	P-Value	Cumplimiento de propiedades 100%
MCO	-78.65	-103.04	-197.94	-20.57	95%	Si
MCGF	-15.93	-102.65	104.94	-9.09	90%	No
MCG	-13.78	-288.5	-89.43	-584.91	85%	No
ARIMA	4862.57	4718.2	4874.18	4852.79	80%	Si

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las proyecciones para 2023 de cada actividad económica, se concluye que de cumplirse cada uno de los supuestos sobre las variables independientes y de acuerdo con las ecuaciones de los modelos, se espera que a diferencia de diciembre 2022:

Tabla 20 Resultado de proyecciones para cada actividad económica

Modelo	Construcción	Comercio	Consumo	Servicio
MCO	Aumente	Mantenga	Mantenga	Aumente
MCGF	Aumente	Mantenga	Disminuya	Aumente
MCG	Aumente	Aumente	Disminuya	Disminuya
ARIMA	Mantenga	Disminuya	Disminuya	Mantenga

Fuente: Elaboración propia

Puntualmente, para MCO las proyecciones de la morosidad para cada actividad económica se pueden explicar por:

- En construcción, la morosidad aumentaría y esto explicado por una desaceleración en la ejecución de obras públicas, esto ante el cambio de gobierno se ejecutarán menor cantidad de inversión en infraestructura. Además, ante condiciones financieras de altas tasas de interés presentes en 2022, habrá menores compras de viviendas por parte de las personas (ya que supone un encarecimiento de los prestamos). Así mismo, de mantenerse la crisis de los contenedores, habrá un aumento en la inflación sobre el hierro y el acero importado (lo cual aumenta el precio de las obras).
- Para la morosidad del comercio y consumo, se espera que estas se mantenga su morosidad. Ello significa que las personas y empresas puede que contengan su mora haciendo pagos sobre algunas de sus cuotas pendientes, pero no sobre su totalidad, básicamente pagos parciales. Sin embargo, para ambos casos esto queda sujeto a que las condiciones financieras ligadas a una política monetaria restrictiva del banco central sean más agresiva o laxa para lo que resta del año.
- Finalmente, en servicios, si se materializan las proyecciones de la FED y el BCCR se espera un aumento en la morosidad. En donde, si se deteriora el IMAE, aumenta la tasa prime y el ITCER deteriorará aún mas las capacidades del pago del sector.

Recomendaciones

Se recomienda al sistema financiero bancario:

- Tomar una diligencia reforzada sobre la gestión de cobro para las actividades económicas de construcción y servicios, ya que su morosidad tendería a aumentar a lo largo de 2023.
- Dar un exhaustivo seguimiento a la morosidad de consumo y comercio, aunque la expectativa es que se mantenga, si bien las condiciones en la coyuntura llegaran a ser menos favorables las expectativas proyectadas sobre las variables macroeconómicas, es de esperar que la mora más bien tienda a aumentar.
- Por último, se recomienda llevar un monitoreo preciso, estricto y prestar especial atención a las variables macroeconómicas expuestas en las ecuaciones de los modelos, ya que tienen incidencia sobre la capacidad de pago de los deudores.

Referencias

- Alcázar, J., Carvajal, O., & Vallejo, G. (2020). La banca costarricense y sus retos, desde una perspectiva de ética, imagen, credibilidad y confianza. *Revista Nacional de Administración*.
- Álvarez, C., & León, J. (2013). *Indicadores Complementarios de Tipo de Cambio Efectivo Real para Costa Rica*. Departamento de Investigación Económica, BCCR.
- Andrés, S. A., & López, F. (1 de marzo de 2018). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/variable-endogena.html>
- Archivo Nacional de Costa Rica. (2021). *Archivo Nacional de Costa Rica*. Obtenido de fondo: bancos: <https://www.archivonacional.go.cr>
- BAC Credomatic International Bank. (2023). Obtenido de <https://www.baccredomatic.com/es-cr/nuestra-empresa/sobre-nosotros?language=es-ni>
- Banco BCT. (2023). Obtenido de <https://www.bancobct.com/acerca-de-bct-historia/#:~:text=En%201983%20se%20fund%C3%B3%20Banco,que%20ofrecemos%20al%20mercado%20costarricense.>
- Banco Cathay. (2017). Obtenido de <https://www.bancocathay.com/historia.html>
- Banco Central de Costa Rica (s.f). *METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ÍNDICE MENSUAL DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (IMAE)*. <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Documentos/DocumentosMetodologiasNotasTecnicas/Metodolog%C3%ADa%20de%20c%C3%A1lculo%20del%20IMAE.htm>
- Banco Central de Costa Rica. (2022). *Indicadores Económicos*. <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos>
- Banco Davivienda S.A. (2021). Obtenido de *Sobre Nosotros*: https://www.davivienda.com/wps/portal/personas/nuevo/personas/quienes_somos/sobre_nosotros
- Banco General. (2023). Obtenido de <https://www.bgeneral.com/informacion-corporativa/>
- Banco Improsa. (2018). *Propósito*. Obtenido de <https://www.grupoimprosa.com/proposito>
- Banco Internacional de Costa Rica. (2023). Obtenido de <https://www.bicsa.com/>
- Banco Nacional de Costa Rica. (2020). Obtenido de <https://www.bnrcr.fi.cr/conozcanos>
- BCCR. (2022). *Mercado de monedas extranjeras (MONEX)*. Obtenido de *Central Directo*: <https://www.centraldirecto.fi.cr/Sitio/CDSinpe/Informacion/Monex>
- BCCR. (2022). *METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ÍNDICE MENSUAL DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (IMAE)*. Obtenido de <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Documentos/DocumentosMetodologiasNotasTecnicas/Metodolog%C3%ADa%20de%20c%C3%A1lculo%20del%20IMAE.htm>

asNotasTecnicas/Metodolog%C3%ADa%20de%20c%C3%A1lculo%20del%20IM
AE.htm

- BCCR. (2022). Población total por condición de actividad y tasas. Obtenido de Banco Central de Costa Rica: <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%205504>
- BCCR. (2022). Población total por condición de actividad y tasas. Obtenido de Banco Central de Costa Rica: <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%205504>
- BCCR. (2023). Comportamiento reciente del mercado cambiario. Banco Central de Costa Rica.
- BERGER, A., & UDELL, G. (2003). The institutional memory hypothesis and the procyclicality of bank lending behavior. Finance and Economics Discussion Series, n.o 2003-2, Federal Reserve Board.
- BORIO, C., & Lowe, P. (2002). Asset prices, financial and monetary stability, exploring the nexus. BIS Working Paper, n.o 114.
- Cámara Costarricense de la Construcción. (2023). Informe económico. Cámara Costarricense de la Construcción.
- Céspedes, A. A. (2017). EVOLUCIÓN DE LA BANCA EN COSTA RICA: UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE SUS ORÍGENES HASTA LA ACTUALIDAD. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, 7.
- Citigroup Inc. (2023). Obtenido de <https://www.citibank.com/icg/sa/latam/costarica/institutional-info/>
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. The American Economic Review, 18(1), 139–165. <http://www.jstor.org/stable/1811556>
- Comisión de Basilea de Supervisión de Bancos. (1999). Principios para la Administración del Riesgo de Crédito.
- CONASSIF. (2022). Estructura. Obtenido de <https://www.conassif.fi.cr/estructura/>
- European Central Bank. (ECB). (2016). ¿Cuál es la función de los tipos de cambio? https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/role_of_exchange_rates.es.html
- FED, F. R. (2022). What is the prime rate, and does the Federal Reserve set the prime rate? Obtenido de https://www.federalreserve.gov/faqs/credit_12846.htm
- Francisco, L., & Andres, S. A. (22 de junio de 2019). Economipedia. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/variable-exogena.html>

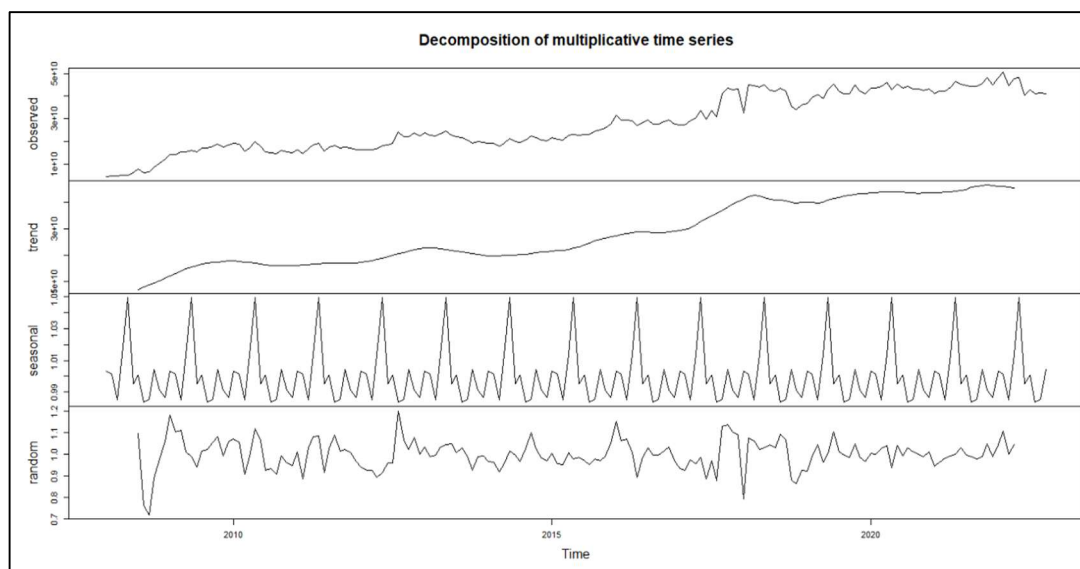
- Grupo Prival S.A. (2023). Obtenido de <https://www.prival.com/costarica/informacion-institucional/historia>
- Grupo Promerica. (2022). Obtenido de <https://www.grupopromerica.com/quienes-somos/historia/>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2017). DETERMINANTES DE LA MOROSIDAD EN EL SISTEMA BANCARIO ECUATORIANO. SUPERINTENDENCIA DE BANCOS.
- ILO (s.f). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU). <https://ilostat.ilo.org/es/resources/concepts-and-definitions/classification-economic-activities/>
- INEC, I. N. (2021). Índice de Precios al Consumidor base diciembre 2020. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011). Clasificación de Actividades Económicas de Costa Rica. <https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/06/DA-GRH-0067-Gu%C3%ADa-CIIU-INEC-Costa-Rica.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022). <https://inec.cr/indicadores/tasa-desempleo-abierto>
- JMP Statistical Discovery. (s.f.). Obtenido de https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/what-is-correlation.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20correlaci%C3%B3n%3F,afirmaciones%20sobre%20causa%20y%20efecto.
- Linton, O. (2017). Probability, statistics, and econometrics. Elsevier Science & Technology.
- Magnus, J. R., & Neudecker, H. (2019). Matrix differential calculus with applications in statistics and econometrics. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Oficina Comercial Española en Panamá. (2021). Costa Rica. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/ministerio-externo/america-central-caribe/ofecom-informeeconcomercial_may2021_tcm30-542367.pdf
- Pérez, G. J. & Taborda, R. (2016). Material de estudio: ejercicios de econometría. Editorial Universidad del Rosario. <https://elibro.net.una.remotexs.co/es/lc/unacr/titulos/69717>
- Pujol Jover, M. & Pujol Jover, M. (2017). Análisis cuantitativo con R: matemáticas, estadística y econometría. Editorial UOC. <https://elibro.net.una.remotexs.co/es/lc/unacr/titulos/58652>
- Rodríguez Guevara, D. E. & González Uribe, G. J. (2019). Principios de econometría. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://elibro.net.una.remotexs.co/es/lc/unacr/titulos/105646>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. B. (2014). Metodología de la investigación. McGRAW-HILL.

- SHAFFER, S. (1998). The winner's curse in banking. *Journal of Financial Intermediation*, vol. 7, n.o 4, pp. 359-392.
- SUGEF. (2019). BUST Guía Metodológica.
- SUGEF. (2021). Medidas regulatorias relacionadas con crisis COVID. Obtenido de https://www.sugef.fi.cr/normativa/presentaciones_normativa/Medidas%20COVID%20ABC%20y%20CAMARA%2027.10.2021.pdf
- The Bank of Nova Scotia. (2023). Obtenido de <https://www.scotiabankcolpatria.com/securities/quienes-somos#:~:text=Scotiabank%20fue%20fundado%20en%201832,EI%20Caribe%2C%20Europa%20y%20Asia>.
- Vallcorba, M., & Delgado, J. (2007). DETERMINANTES DE LA MOROSIDAD BANCARIA EN UNA ECONOMÍA DOLARIZADA. EL CASO URUGUAYO. Banco de España.
- Vera, L., & Irene, C. (2007). Estimación y Proyección de la Calidad de la Cartera de Crédito utilizando Variables Macroeconómicas: Un estudio para Venezuela. *Economía y Estadística*, 29-52. Obtenido de <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/artic>
- Westhoff, F. (2013). *An introduction to econometrics: A self-contained approach*. MIT Press.
- World Trade Organization. (2019). La importancia del comercio de servicios. <https://www.wto-ilibrary.org/content/books/9789287047779c007>
- World Trade Organization. (2019). World Trade Organization. (2019). La importancia del comercio de servicios. <https://www.wto-ilibrary.org/content/books/9789287047779c007>. Organización Mundial del Comercio.

Anexo

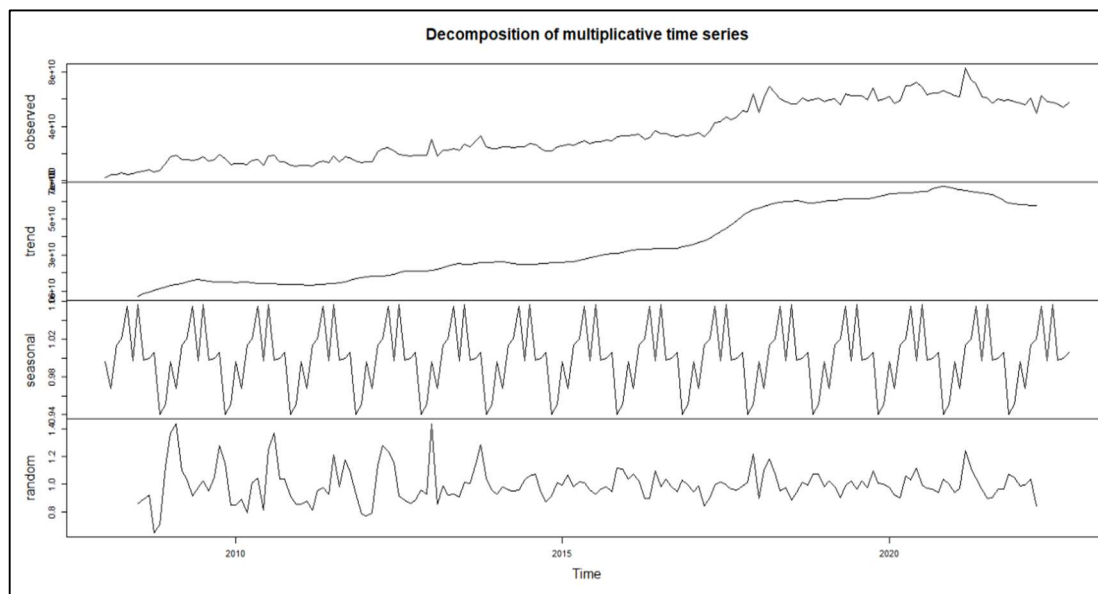
Anexo 1 Descomposición multiplicativa de variables endógenas

Ilustración 28 Descomposición multiplicativa de comercio



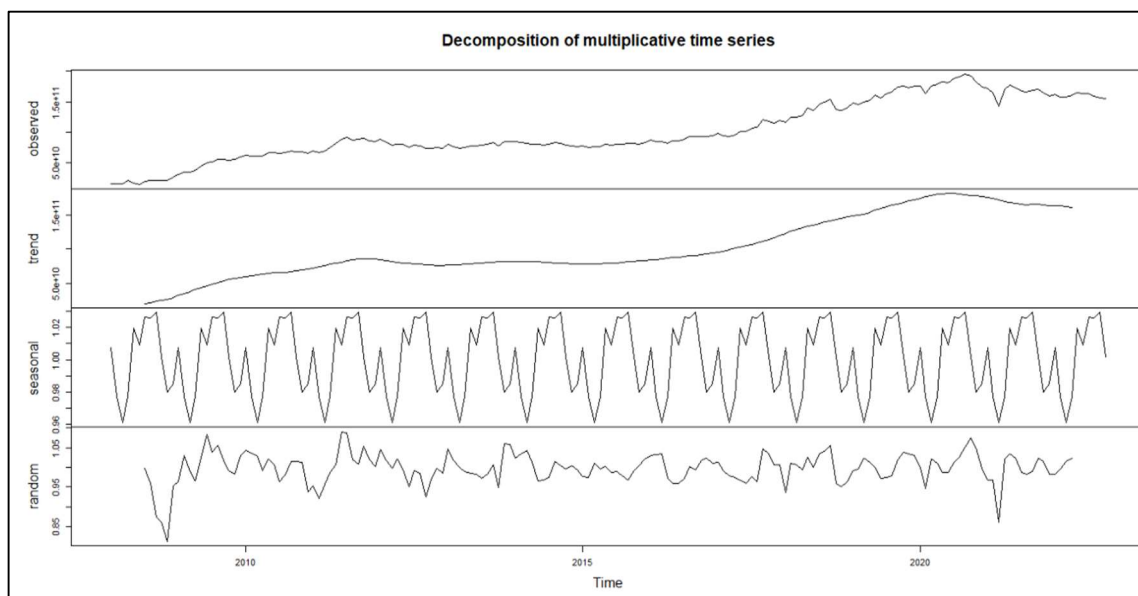
Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

Ilustración 29 Descomposición multiplicativa de servicios



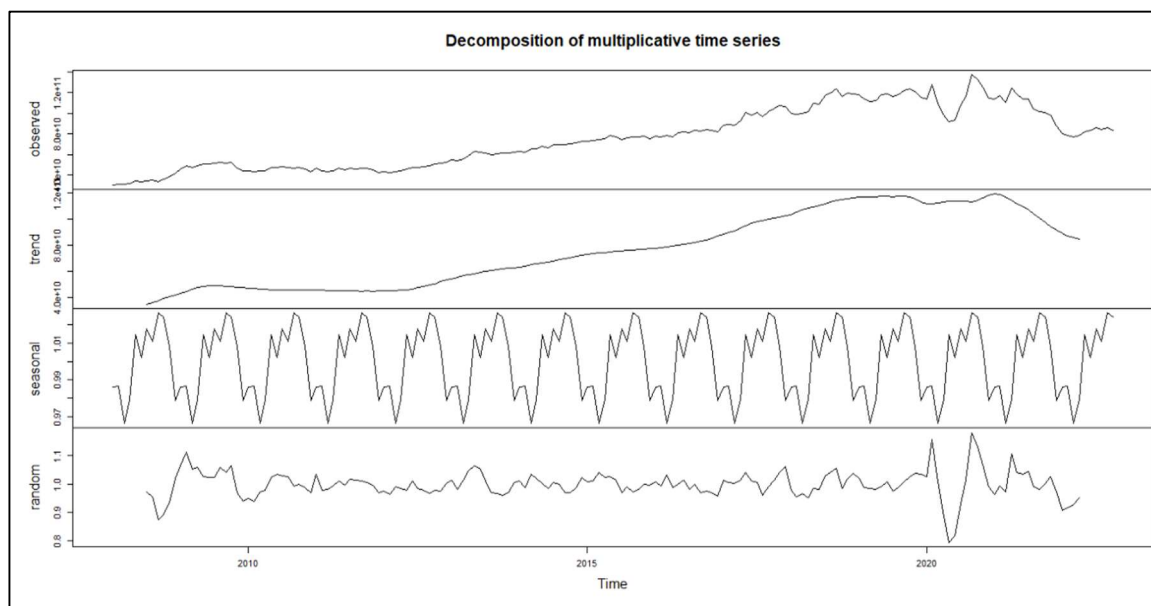
Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

Ilustración 30 Descomposición multiplicativa de consumo



Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

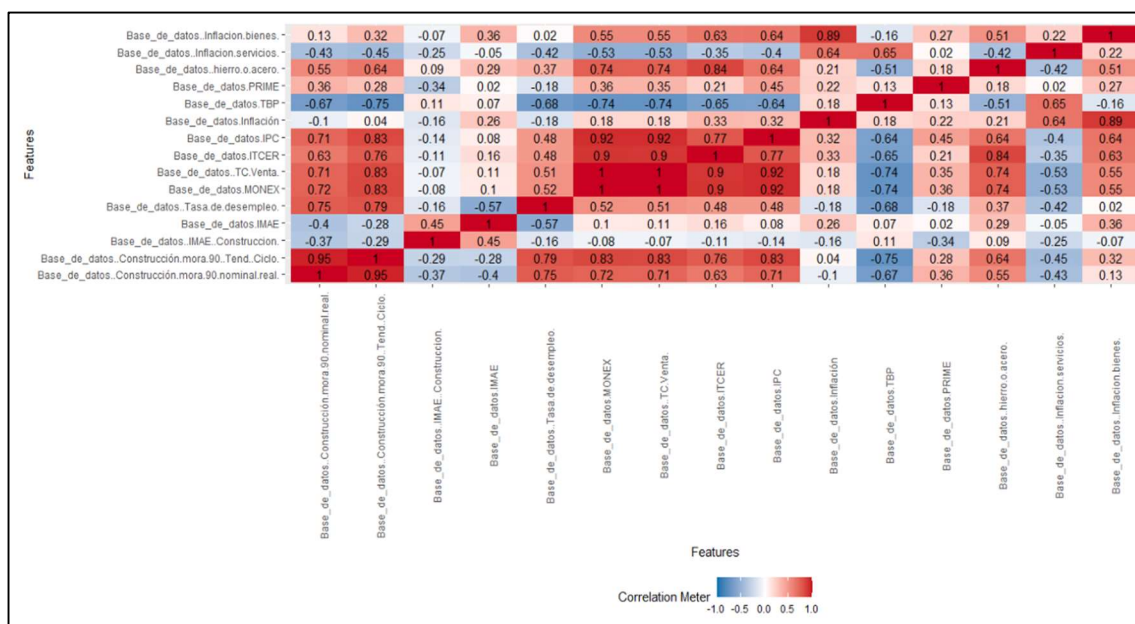
Ilustración 31 Descomposición multiplicativa de construcción



Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

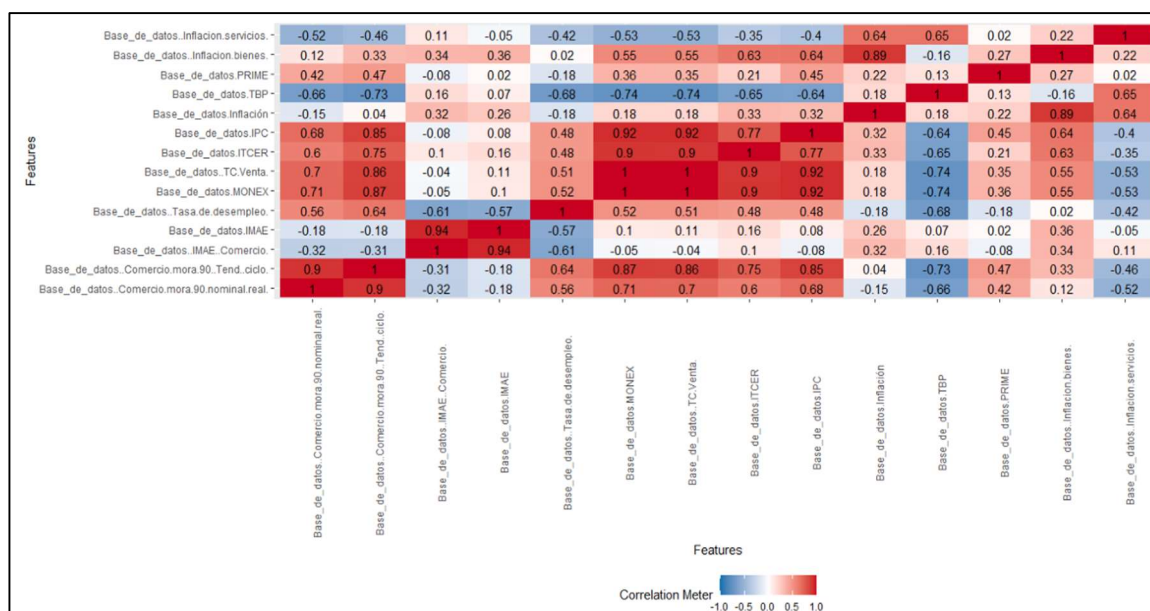
Anexo 2 Tablas de correlación de las variables endógenas y exógenas

Ilustración 32 Correlación de Construcción



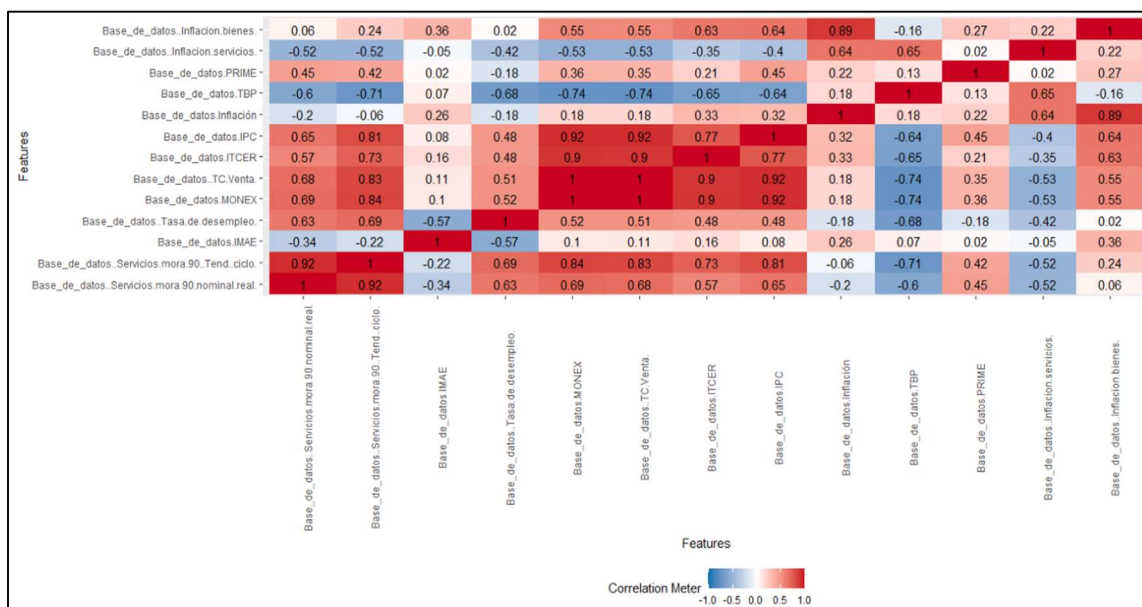
Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

Ilustración 33 Correlación de Comercio



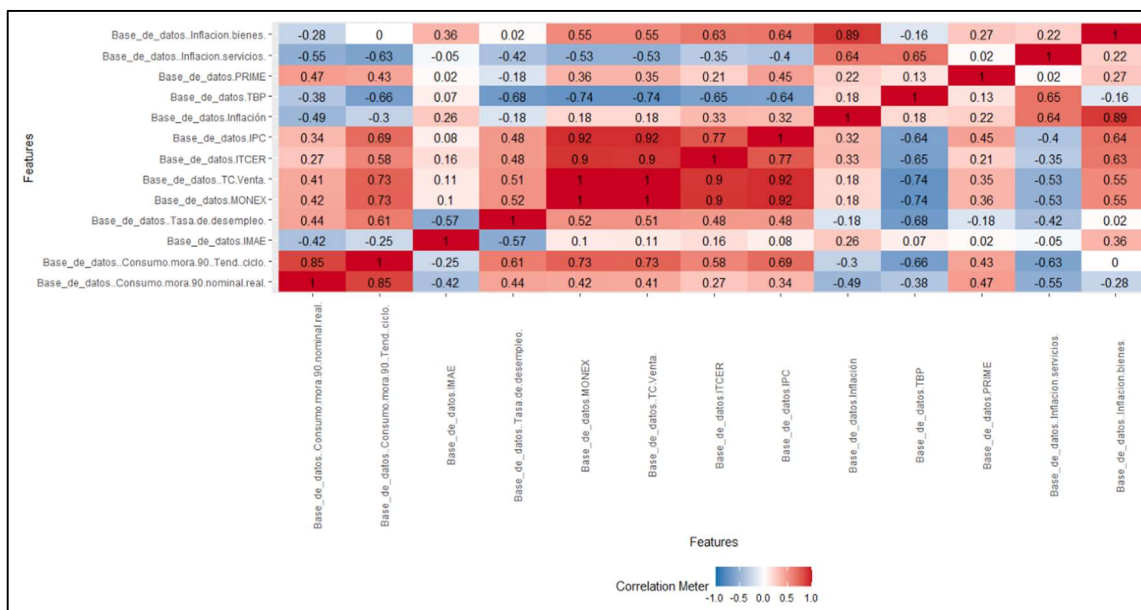
Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

Ilustración 34 Correlación de servicios



Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

Ilustración 35 Correlación de Consumo



Fuente: Elaboración propia. Datos: Banco Central de Costa Rica

Anexo 3 Resultados de las propiedades de MCO construcción

- 1- Normalidad: Al aplicar la normalidad observamos que no cumple con la prueba de Jarque Bera, por lo tanto, se procede a eliminar los datos atípicos.

```
Jarque Bera Test
data: Modelo1_constru$residuals
X-squared = 10.309, df = 2, p-value = 0.005773
```

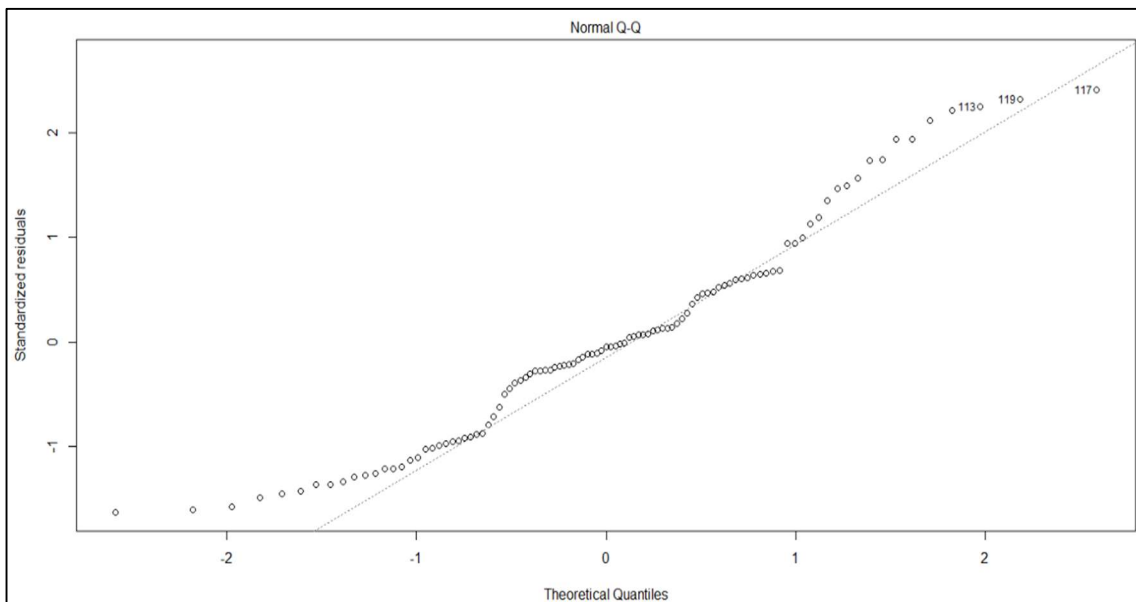
Dando como resultado:

```
Jarque Bera Test
data: ModeloT_CONS$residuals
X-squared = 4.4839, df = 2, p-value = 0.1063

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals_C
W = 0.95884, p-value = 0.002777
```

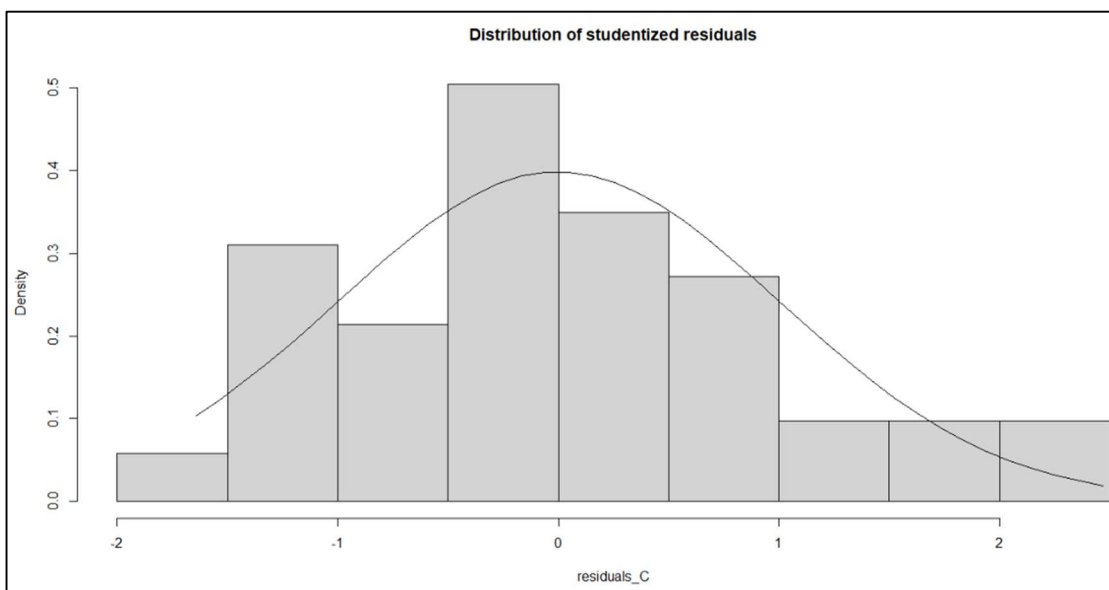
Al revisar las gráficas se obtiene:

Ilustración 36 Prueba de normalidad en construcción



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 37 Distribución de residuos construcción

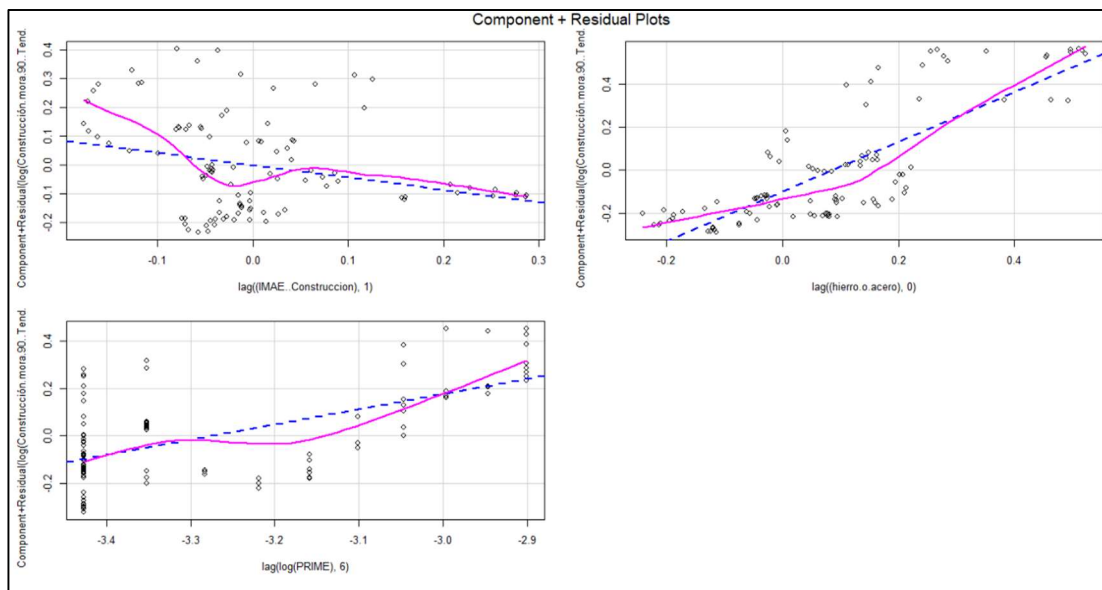


Fuente: Elaboración propia.

2- Linealidad:

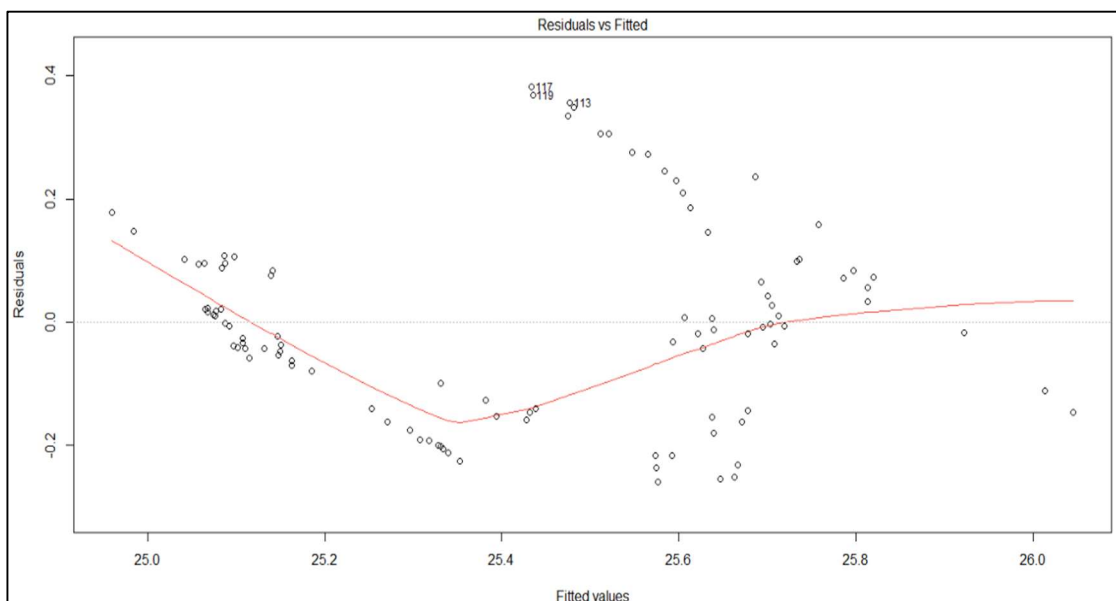
```
> mean(ModeloT_CONS$residuals)
[1] 5.793113e-18
```

Ilustración 38 Representación de linealidad en construcción



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 39 Residuos vs valores ajustados construcción



Fuente: Elaboración propia.

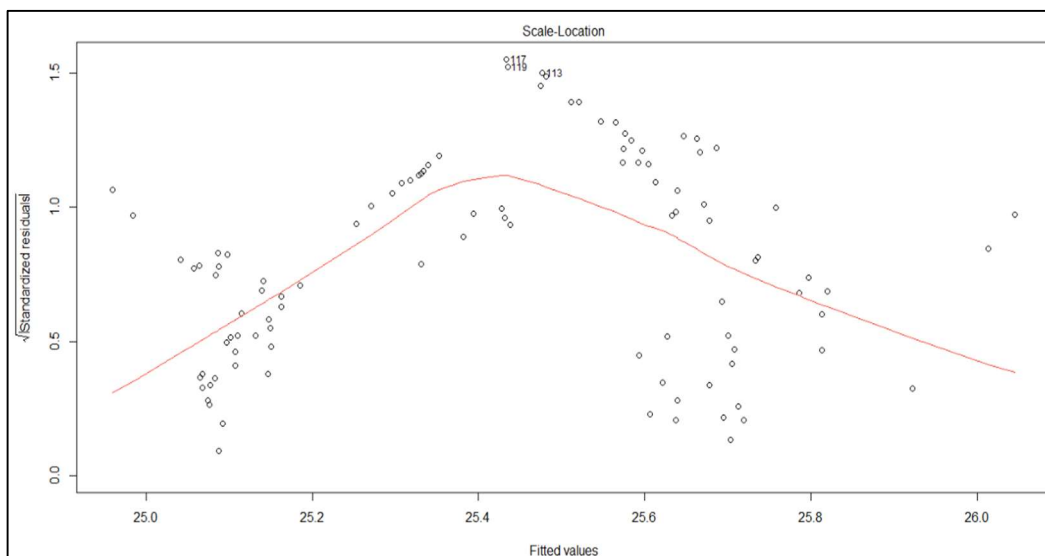
3- Heterocedasticidad:

```

Non-constant Variance Score Test
Variance formula: ~ fitted.values
Chisquare = 2.609434, Df = 1, p = 0.10623

studentized Breusch-Pagan test
data: ModeloT_CONS
BP = 16.681, df = 3, p-value = 0.0008218
    
```

Ilustración 40 Prueba de Heterocedasticidad en construcción



Fuente: Elaboración propia.

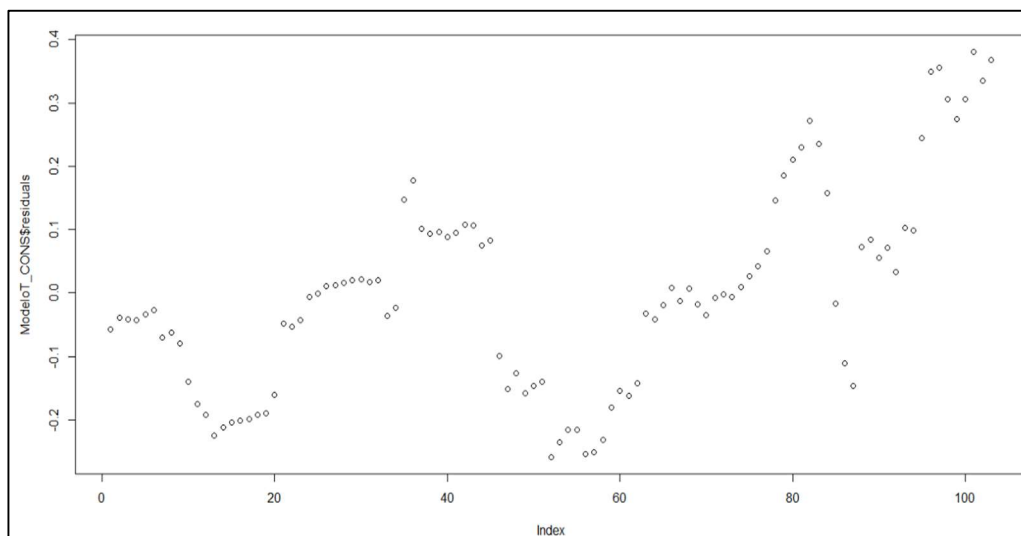
4- Independencia:

```

Lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
1 0.9137976 0.1180866 0
Alternative hypothesis: rho != 0

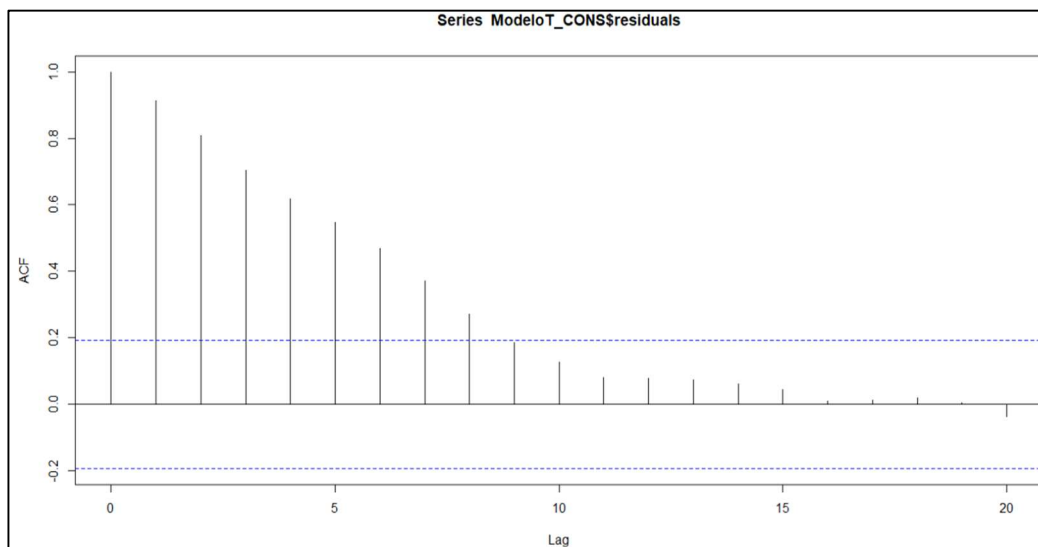
Runs Test - Two sided
data: ModeloT_CONS$residuals
Standardized Runs Statistic = -8.0204, p-value = 1.054e-15
    
```

Ilustración 41 Grafico de residuos construcción



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 42 Prueba ACF construcción



Fuente: Elaboración propia.

5- Prueba AIC y BIC:

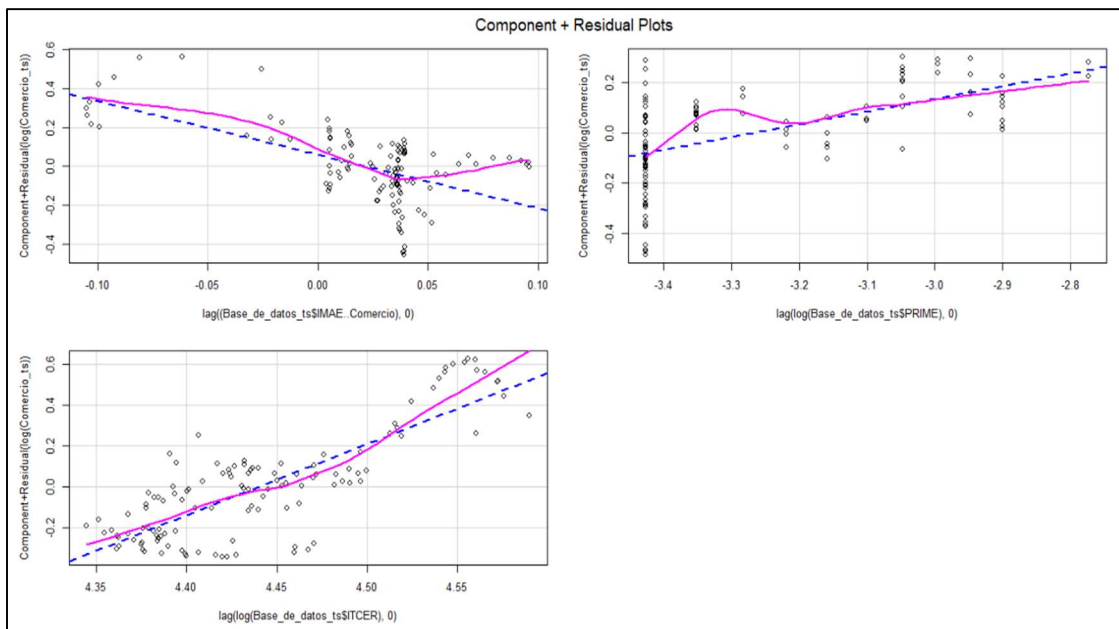
```
> BIC(ModeloT_CONS)
[1] -65.47452
> AIC(ModeloT_CONS)
[1] -78.64816
```

Anexo 4 Resultados de las propiedades de MCO comercio

1. Linealidad:

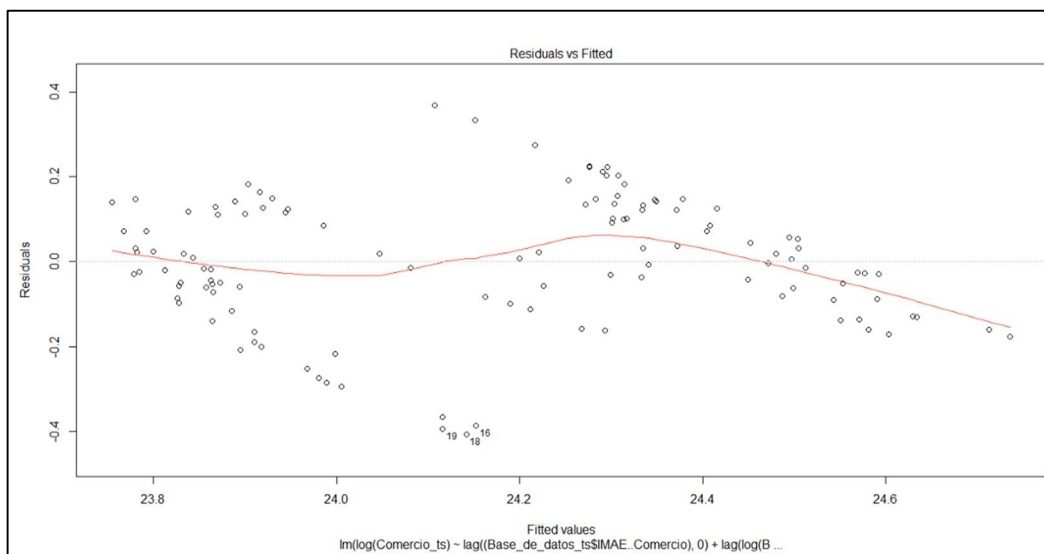
```
> mean(Modelo1_comer$residuals)
[1] -4.570191e-18
```

Ilustración 43 Representación de linealidad en comercio



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 44 Residuos vs valores ajustados comercio



Fuente: Elaboración propia.

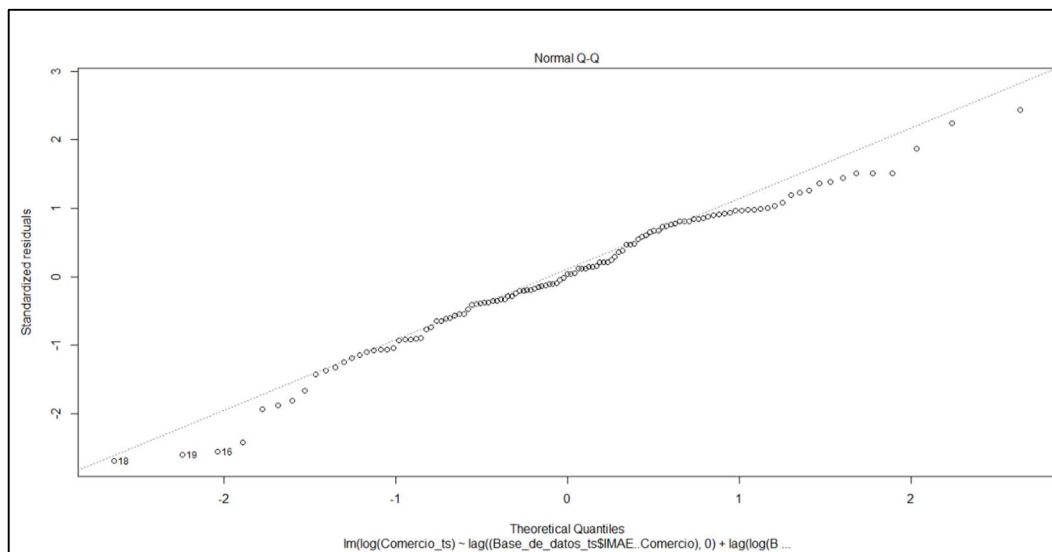
2. Normalidad:

```
Jarque Bera Test
data: Modelo1_comer$residuals
X-squared = 3.1743, df = 2, p-value = 0.2045

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals_Co
W = 0.98213, p-value = 0.1155

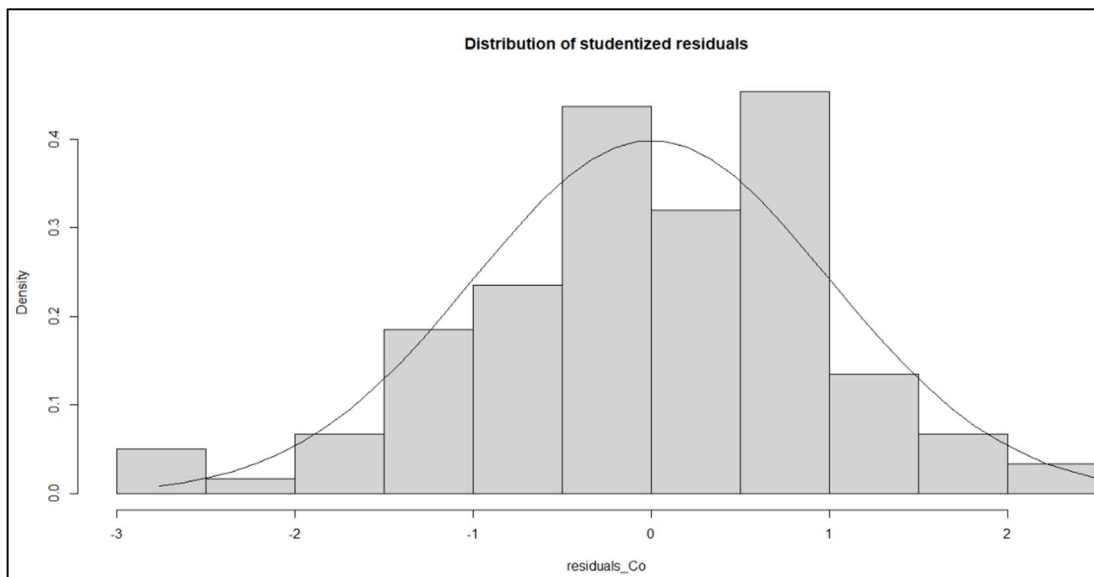
Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: Modelo1_comer$residuals
D = 0.38617, p-value = 7.772e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

Ilustración 45 Prueba de normalidad en comercio



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 46 Distribución de residuos comercio

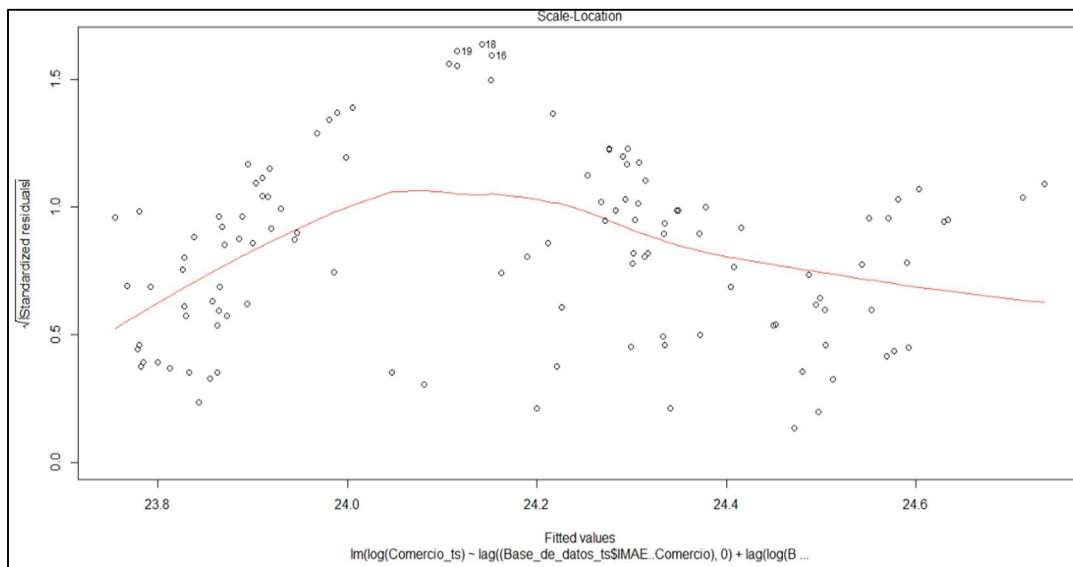


Fuente: Elaboración propia.

3. Heterocedasticidad:

```
Non-constant Variance Score Test
Variance formula: ~ fitted.values
Chisquare = 0.2370382, Df = 1, p = 0.62635
```

Ilustración 47 Prueba de Heterocedasticidad en comercio



Fuente: Elaboración propia.

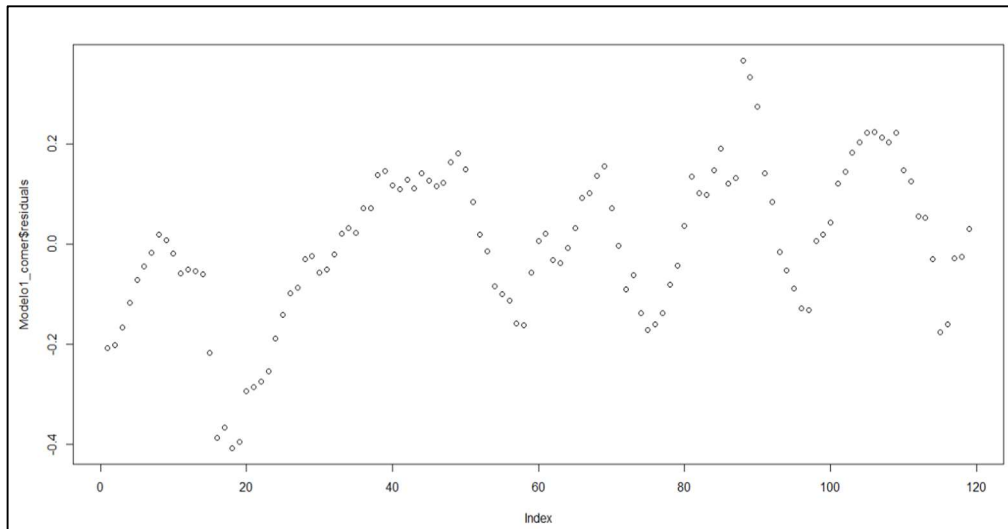
4. Independencia:

```

lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
1 0.9190852 0.1455135 0
Alternative hypothesis: rho != 0

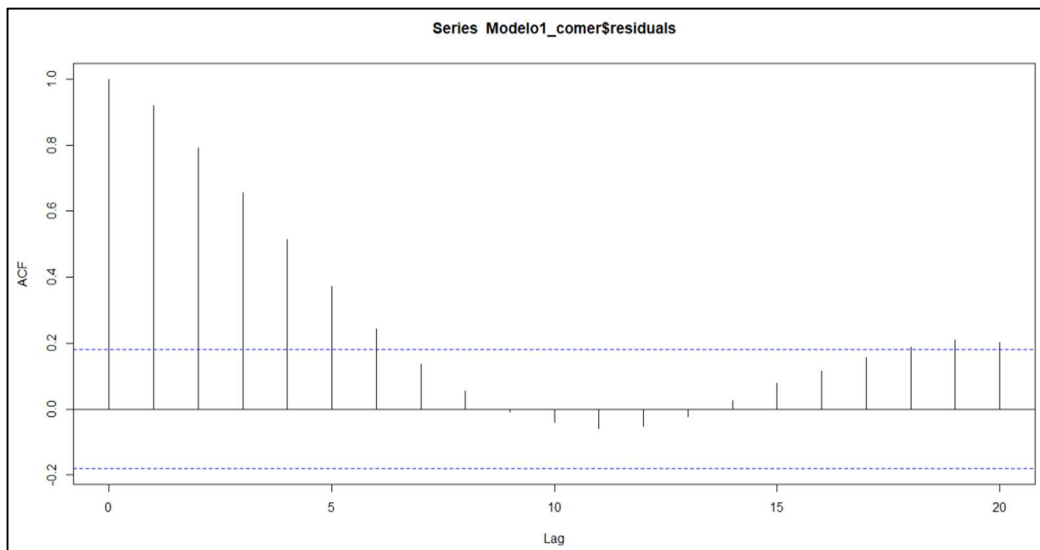
Runs Test - Two sided
data: Modelo1_comer$residuals
Standardized Runs Statistic = -8.5615, p-value < 2.2e-16
    
```

Ilustración 48 Grafico de residuos comercio



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 49 Prueba ACF comercio



Fuente: Elaboración propia.

5. Pruebas BIC y AIC:

```
> BIC(Modelo1_comer)
[1] -89.14587
> AIC(Modelo1_comer)
[1] -103.0415
```

Anexo 5 Resultados de las propiedades de MCO consumo

1. Normalidad: Al aplicar la normalidad observamos que no cumple con la prueba de Jarque Bera, por lo tanto, se procede a eliminar los datos atípicos.

```

Jarque Bera Test
data: resid(Model05_consu)
X-squared = 28.593, df = 2, p-value = 6.181e-07

```

Dando como resultado:

```

Jarque Bera Test
data: resid(Model05_consuT2)
X-squared = 2.7562, df = 2, p-value = 0.2521

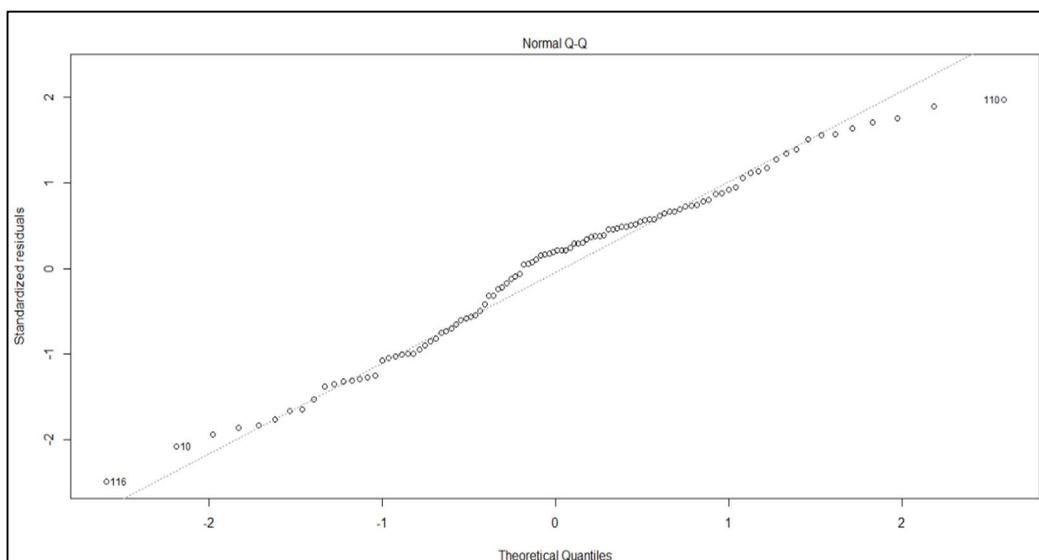
Shapiro-Wilk normality test
data: residuals_Com
W = 0.97977, p-value = 0.1126

Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: Model05_consuT2$residuals
D = 0.42917, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

```

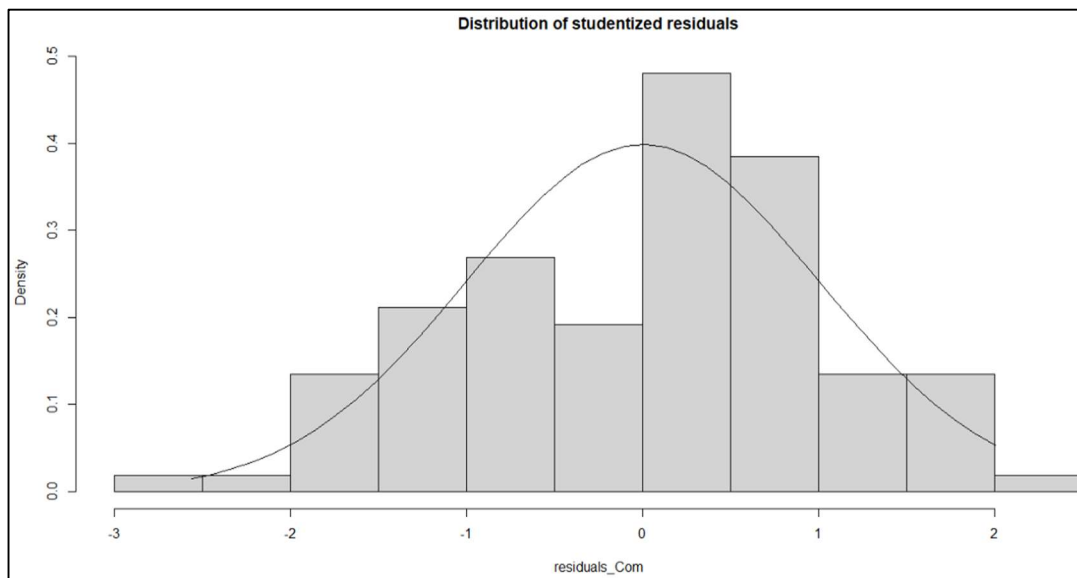
Al revisar las gráficas se obtiene:

Ilustración 50 Prueba de normalidad en consumo



Fuente: Elaboración propia.

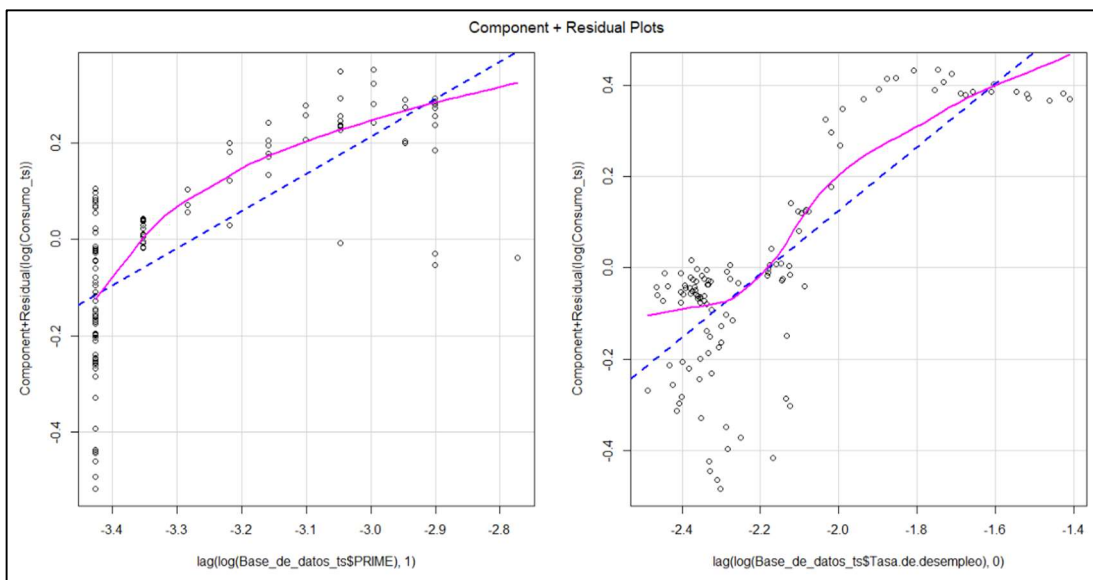
Ilustración 51 Distribución de residuos consumo



Fuente: Elaboración propia.

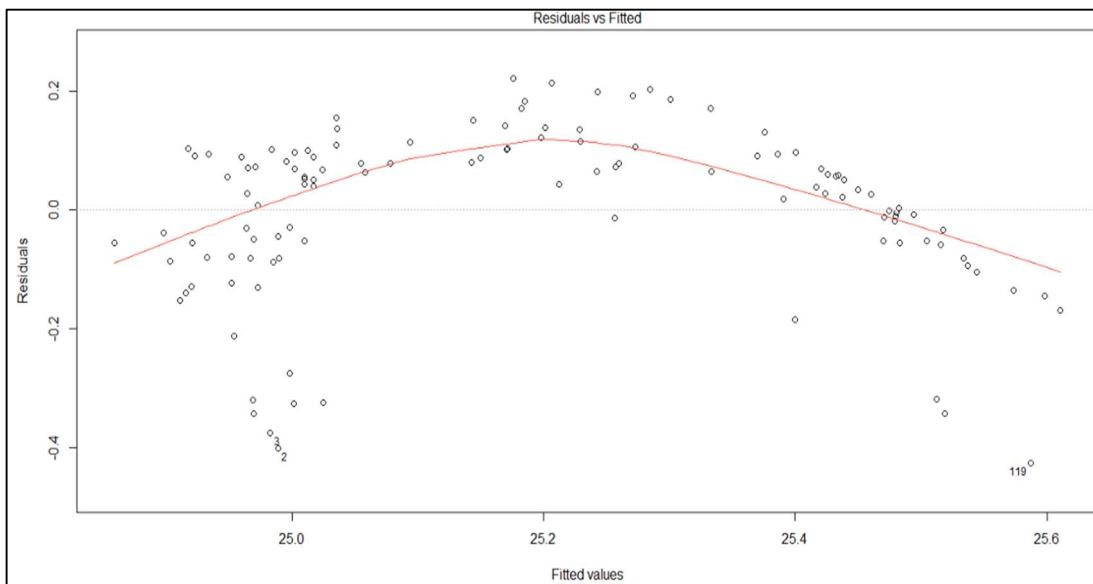
2. Linealidad:

Ilustración 52 Representación de linealidad en consumo



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 53 Residuos vs valores ajustados consumo



Fuente: Elaboración propia.

3. Heterocedasticidad:

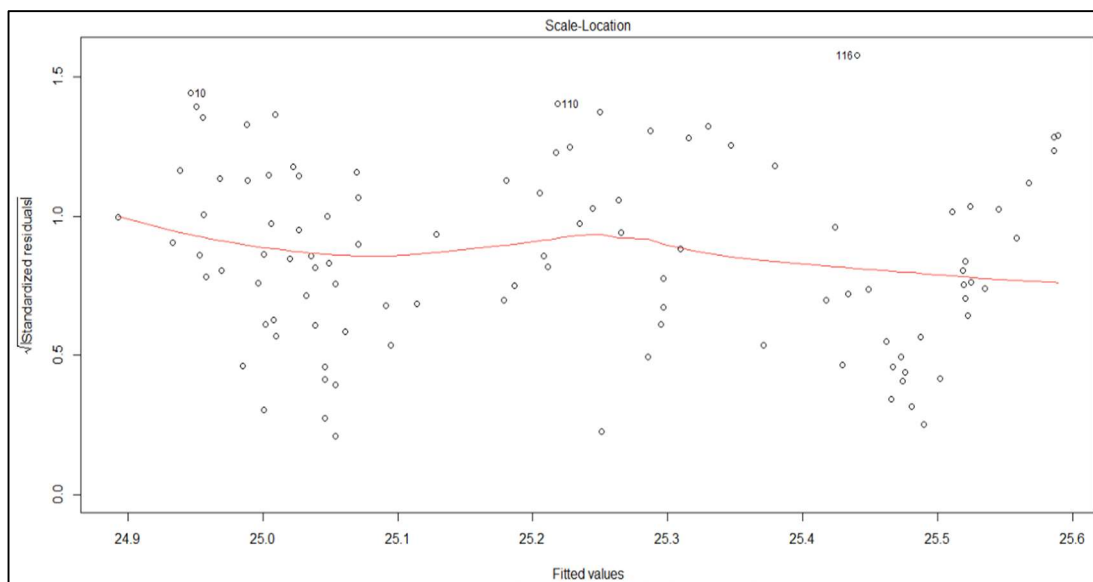
```

Non-constant Variance Score Test
Variance formula: ~ fitted.values
Chisquare = 0.3212007, Df = 1, p = 0.57089

studentized Breusch-Pagan test

data: Mode105_consuT2
BP = 4.2925, df = 2, p-value = 0.1169
    
```

Ilustración 54 Prueba de Heterocedasticidad en consumo



Fuente: Elaboración propia.

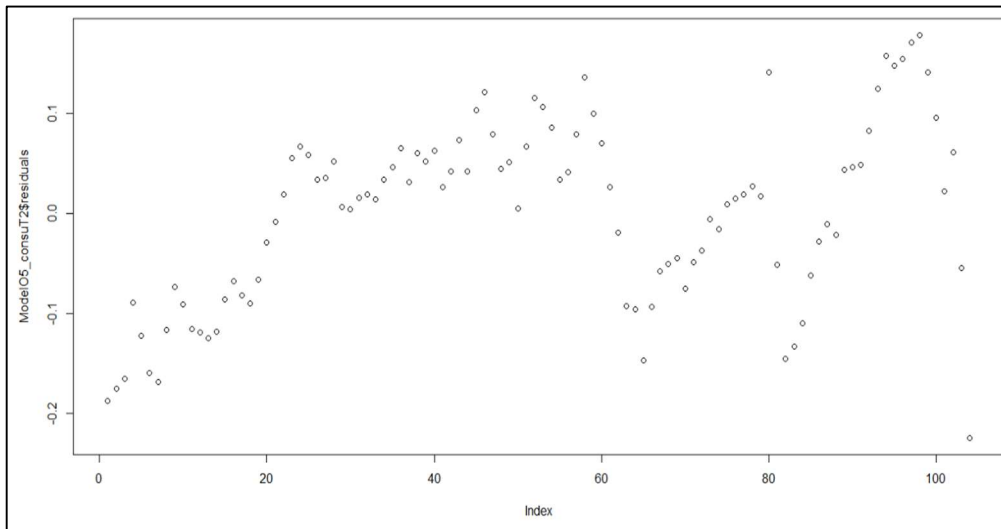
4. Independencia:

```

lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
1 0.828645 0.2409757 0
Alternative hypothesis: rho != 0

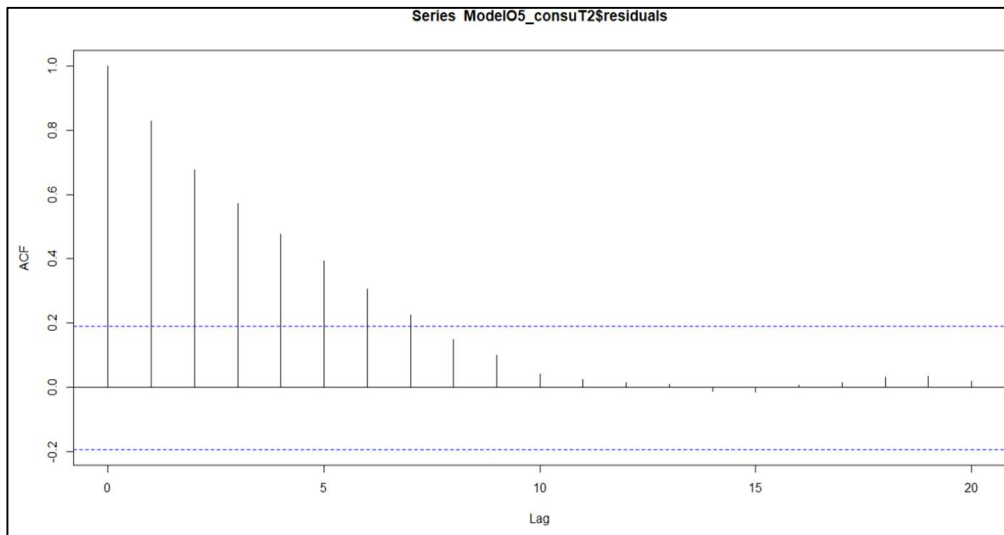
Runs Test - Two sided
data: Model105_consut2$residuals
Standardized Runs Statistic = -7.4889, p-value = 6.948e-14
    
```

Ilustración 55 Grafico de residuos consumo



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 56 Prueba ACF comercio



Fuente: Elaboración propia.

5. Pruebas BIC y AIC:

```

> BIC(Modelo5_consut2)
[1] -187.3657
> AIC(Modelo5_consut2)
[1] -197.9433
< |

```

Anexo 6 Resultados de las propiedades de MCO servicios

1. Normalidad:

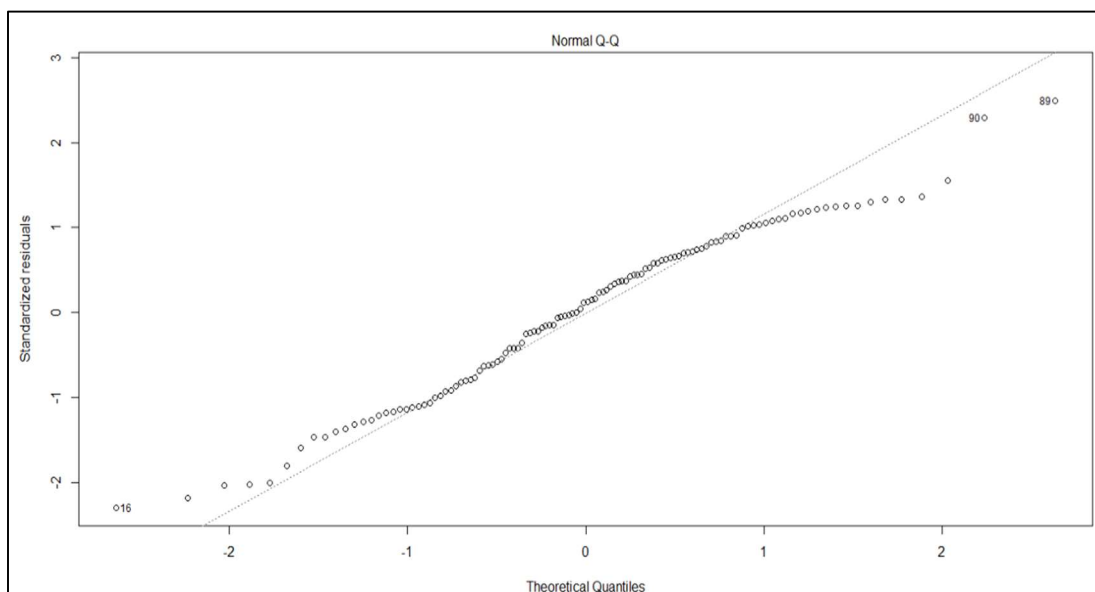
```

Jarque Bera Test
data: resid(Modelo5_Ser)
X-squared = 2.7134, df = 2, p-value = 0.2575

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals_Com
W = 0.9776, p-value = 0.04578

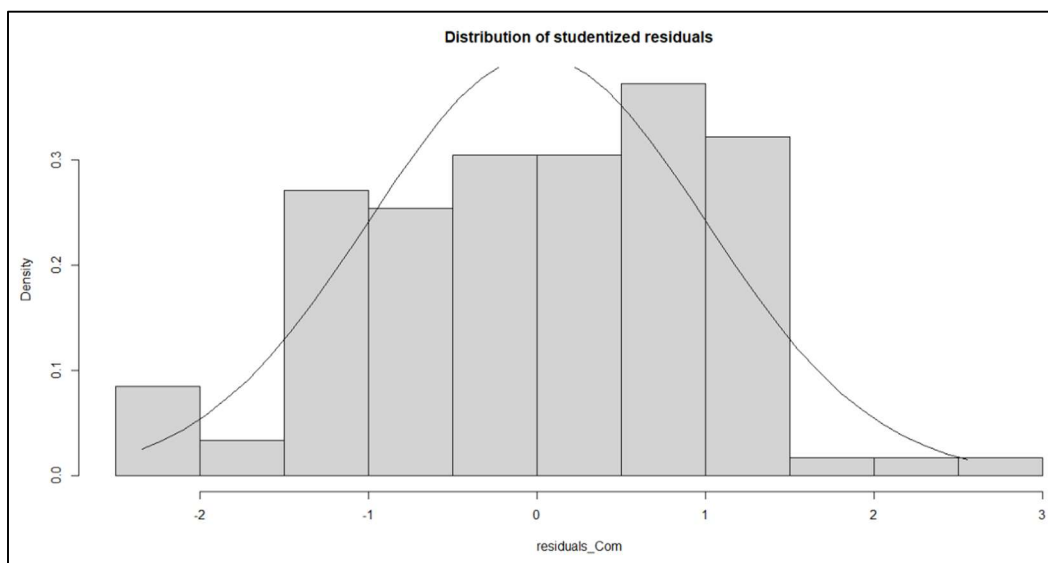
Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: Modelo5_Ser$residuals
D = 0.36009, p-value = 1.026e-13
alternative hypothesis: two-sided

```

Ilustración 57 Prueba de normalidad en consumo

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 58 Distribución de residuos consumo

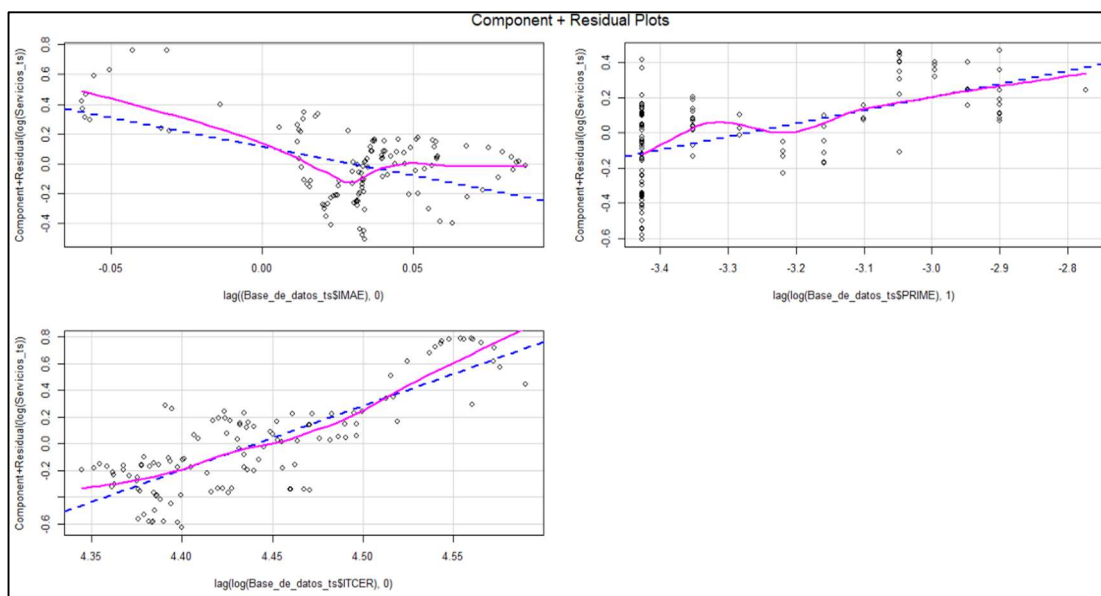


Fuente: Elaboración propia.

2. Linealidad:

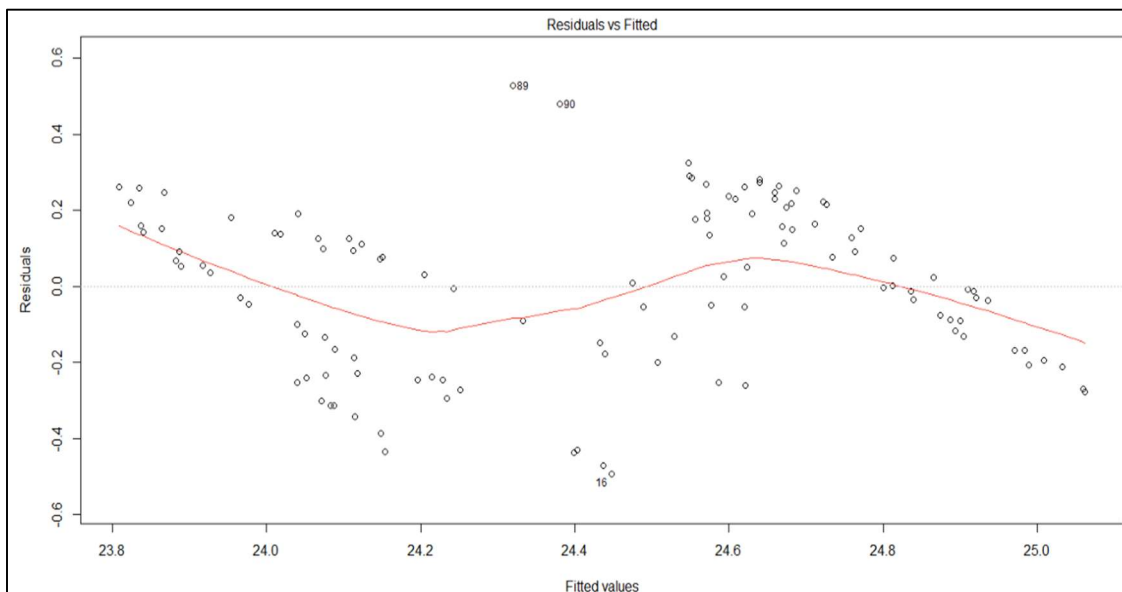
```
> mean(Modelo5_ser$residuals)
[1] -1.437728e-17
```

Ilustración 59 Representación de linealidad en consumo



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 60 Residuos vs valores ajustados consumo



Fuente: Elaboración propia.

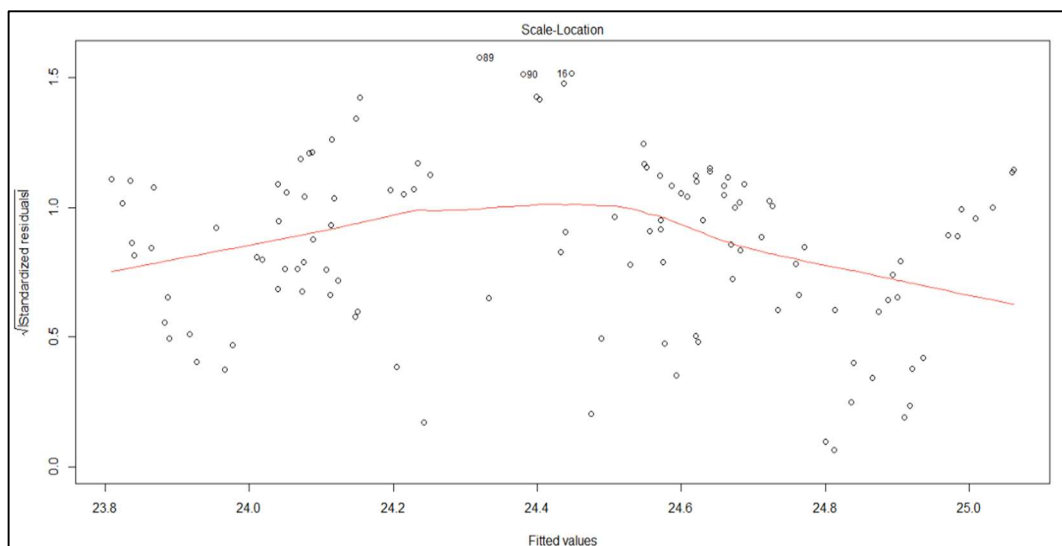
3. Heterocedasticidad:

```

Non-constant Variance Score Test
Variance formula: ~ fitted.values
Chisquare = 0.6970005, Df = 1, p = 0.40379

studentized Breusch-Pagan test
data: Modelo5_Ser
BP = 9.5715, df = 3, p-value = 0.02258
  
```

Ilustración 61 Prueba de Heterocedasticidad en consumo

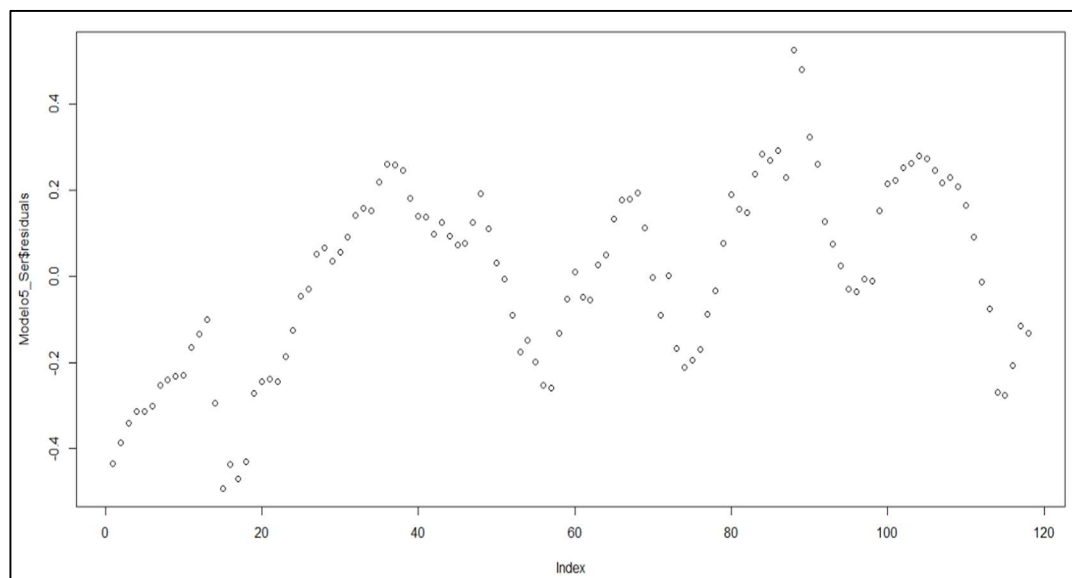


Fuente: Elaboración propia.

4. Independencia:

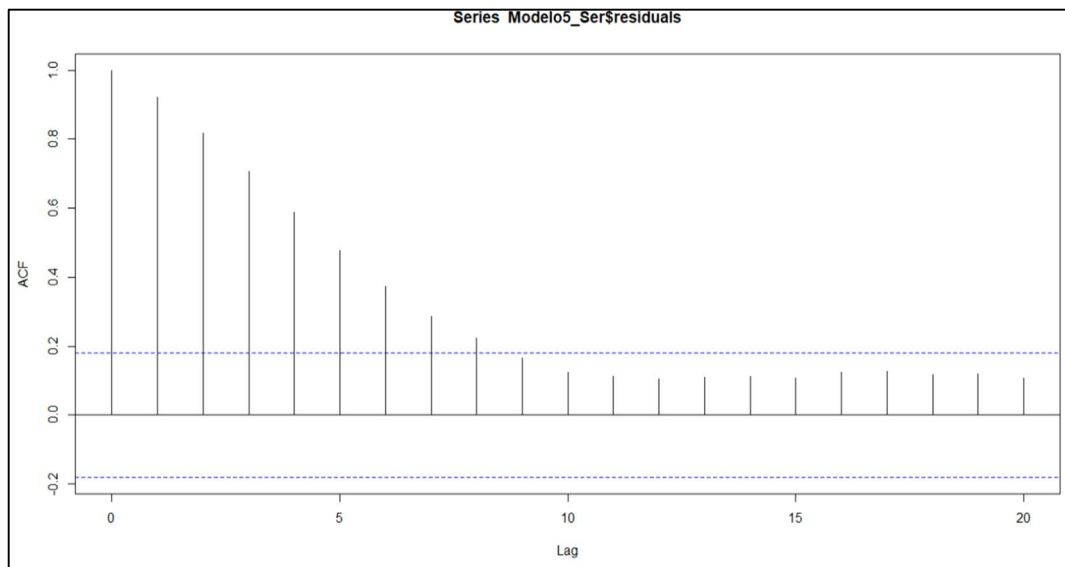
```
lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
1 0.9220663 0.1170905 0
Alternative hypothesis: rho != 0

Runs Test - Two sided
data: Modelo5_Ser$residuals
Standardized Runs Statistic = -9.4302, p-value < 2.2e-16
```

Ilustración 62 Grafico de residuos consumo

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 63 Prueba ACF comercio



Fuente: Elaboración propia.

5. Pruebas BIC y AIC:

```
> BIC(Modelo5_Ser)
[1] -6.716249
> AIC(Modelo5_Ser)
[1] -20.56967
```

Anexo 7 Resultados de las propiedades de MCGF de construcción

1. Normalidad:

```
Jarque Bera Test
data: FGLS_constru1$residuals
X-squared = 7.091, df = 2, p-value = 0.02885
```

2. Linealidad:

```
> mean(FGLS_constru1$residuals)
[1] 0.001850533
```

3. Heterocedasticidad:

```
studentized Breusch-Pagan test
data: FGLS_constru1
BP = 2.2086, df = 3, p-value = 0.5303
```

4. Independencia:

```

Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1
data: FGLS_constru1
LM test = 111.16, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

```

Box-Ljung test
data: residuals(FGLS_constru1)
X-squared = 113.48, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 8 Resultados de las propiedades de MCGF de comercio

1. Normalidad:

```

Jarque Bera Test
data: FGLS_comer$residuals
X-squared = 3.0387, df = 2, p-value = 0.2189

```

2. Linealidad:

```

> mean(FGLS_comer$residuals)
[1] 0.000939968

```

3. Heterocedasticidad:

```

studentized Breusch-Pagan test
data: FGLS_comer
BP = 1.8319, df = 3, p-value = 0.608

```

4. Independencia:

```

> bgttest(FGLS_comer)
Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1
data: FGLS_comer
LM test = 101.24, df = 1, p-value < 2.2e-16
> Box.test(residuals(FGLS_comer),type="Ljung-Box")
Box-Ljung test
data: residuals(FGLS_comer)
X-squared = 103.06, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 9 Resultados de las propiedades de MCGF de consumo

1. Normalidad:

```

Jarque Bera Test
data: FGLS_consu$residuals
X-squared = 23.742, df = 2, p-value = 6.989e-06

```

2. Linealidad:

```

> mean(FGLS_consu$residuals)
[1] 0.0008999493

```

3. Heterocedasticidad:

```

studentized Breusch-Pagan test
data: FGLS_consu
BP = 1.1795, df = 2, p-value = 0.5545

```

4. Independencia:

```

> bgtest(FGLS_consu)
Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1
data: FGLS_consu
LM test = 97.839, df = 1, p-value < 2.2e-16
> Box.test(residuals(FGLS_consu),type="Ljung-Box")
Box-Ljung test
data: residuals(FGLS_consu)
X-squared = 93.569, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 10 Resultados de las propiedades de MCGF de servicios

1. Normalidad:

```

Jarque Bera Test
data: FGLS_Serv$residuals
X-squared = 2.7486, df = 2, p-value = 0.253

```

2. Linealidad:

```

> mean(FGLS_Serv$residuals)
[1] 0.002042072

```

3. Heterocedasticidad:

```

studentized Breusch-Pagan test
data: FGLS_Serv
BP = 2.2008, df = 3, p-value = 0.5318

```

4. Independencia:

```

> #Breusch-Godfrey (autocorrelacion)
> bgtest(FGLS_comer)
Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1
data: FGLS_comer
LM test = 101.24, df = 1, p-value < 2.2e-16
> #Prueba Ljung-Box
> Box.test(residuals(FGLS_comer),type="Ljung-Box")
Box-Ljung test
data: residuals(FGLS_comer)
X-squared = 103.06, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

Anexo 11 Resultados de las propiedades de MCG de construcción

1. Normalidad:

```
Jarque Bera Test
data: GLS_constru_Exp$residuals
X-squared = 2.9917, df = 2, p-value = 0.2241
```

2. Linealidad:

```
> mean(GLS_constru_Exp$residuals)
[1] -0.05616731
```

3. Independencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(GLS_constru_Exp)
X-squared = 114.49, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

Anexo 12 Resultados de las propiedades de MCG de comercio

1. Normalidad:

```
Jarque Bera Test
data: GLS_comer_expo$residuals
X-squared = 1.955, df = 2, p-value = 0.3763
```

2. Linealidad:

```
> mean(GLS_comer_expo$residuals)
[1] -0.06486745
```

3. Independencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(GLS_comer_expo)
X-squared = 110.56, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

Anexo 13 Resultados de las propiedades de MCG de consumo

1. Normalidad:

```
Jarque Bera Test
data: GLS_consu_corCompSymm$residuals
X-squared = 14.435, df = 2, p-value = 0.0007338
```

2. Linealidad:

```
> mean(GLS_consu_corCompSymm$residuals)
[1] 1.588274e-14
```

3. Independencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(GLS_consu_corCompSymm)
X-squared = 103.39, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

Anexo 14 Resultados de las propiedades de MCG de servicios

1. Normalidad:

```
Jarque Bera Test
data: GLS_serv_line$residuals
X-squared = 13.375, df = 2, p-value = 0.001246
```

2. Linealidad:

```
> mean(GLS_consu_corCompSymm$residuals)
[1] 1.588274e-14
```

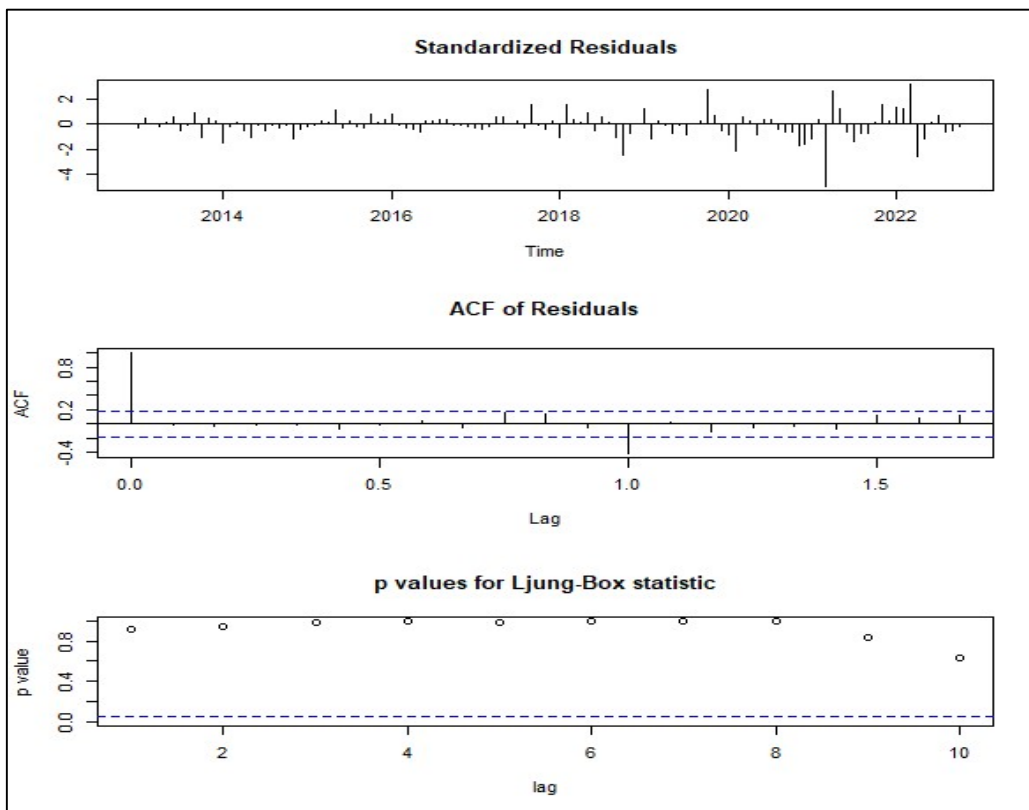
3. Independencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(GLS_serv_line)
X-squared = 117.75, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

Anexo 15 Resultados de las propiedades de ARIMA de construcción

1. Ruido blanco:

Ilustración 64 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA construcción



Fuente: Elaboración propia.

2. Independencia:

```

Box-Ljung test

data: residuals(modelo_arima_construccion)
X-squared = 0.011119, df = 1, p-value = 0.916
    
```

3. Resultados de la proyección

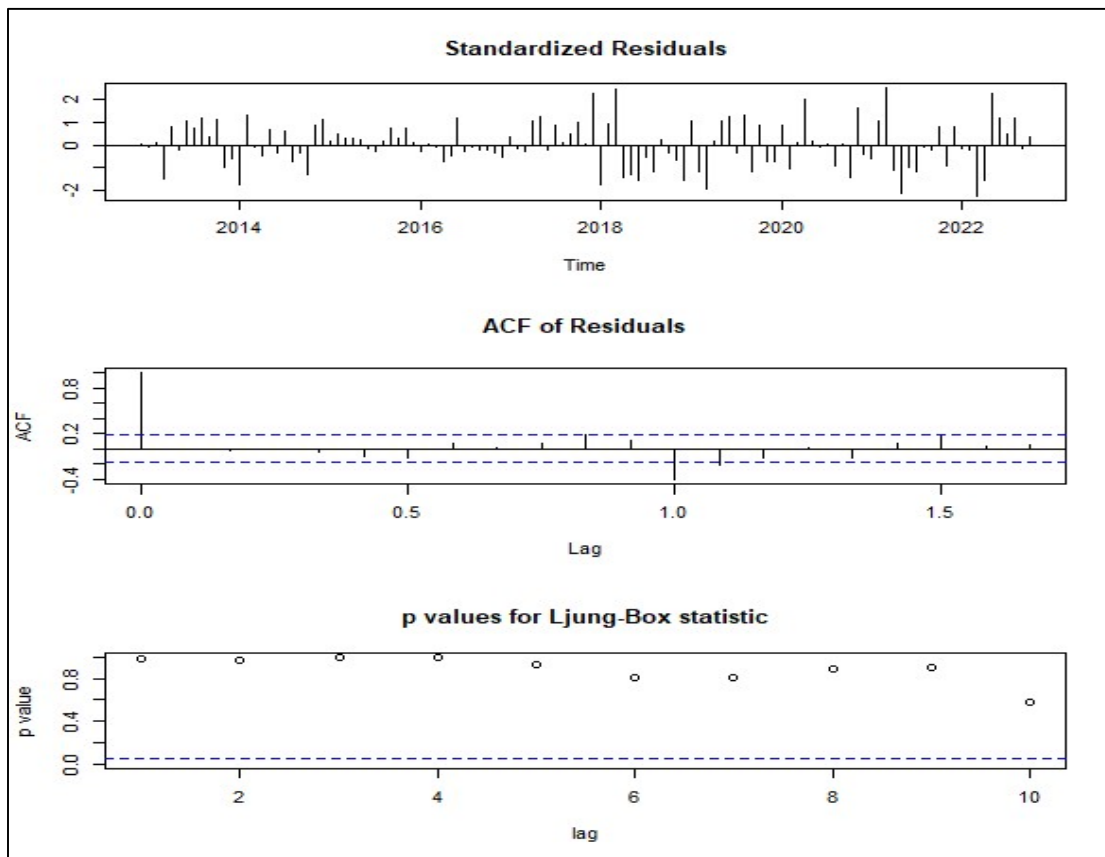
```

> proyeccion_modelo_cons
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Nov 2022  159624480231 159279392644 159969567818 159096714310 160152246151
Dec 2022  158661628488 157635655709 159687601267 157092538527 160230718449
Jan 2023  157516719822 155689623342 159343816301 154722416891 160311022753
Feb 2023  156444728708 153720590446 159168866969 152278518760 160610938656
Mar 2023  155312059526 151584272246 159039846805 149610900863 161013218189
Apr 2023  154112590749 149252002268 158973179231 146678962151 161546219347
May 2023  153013865514 146905654207 159122076822 143672162461 162355568568
Jun 2023  151775202159 144322881724 159227522594 140377861586 163172542732
Jul 2023  150546975545 141653168439 159440782650 136945071352 164148879737
Aug 2023  149368771098 138936086788 159801455407 133413357318 165324184877
    
```

Anexo 16 Resultados de las propiedades de ARIMA de servicios

1. Ruido blanco:

Ilustración 65 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA servicios



Fuente: Elaboración propia.

2. Independencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(modelo_arima_servicio)
X-squared = 0.00066136, df = 1, p-value = 0.9795
```

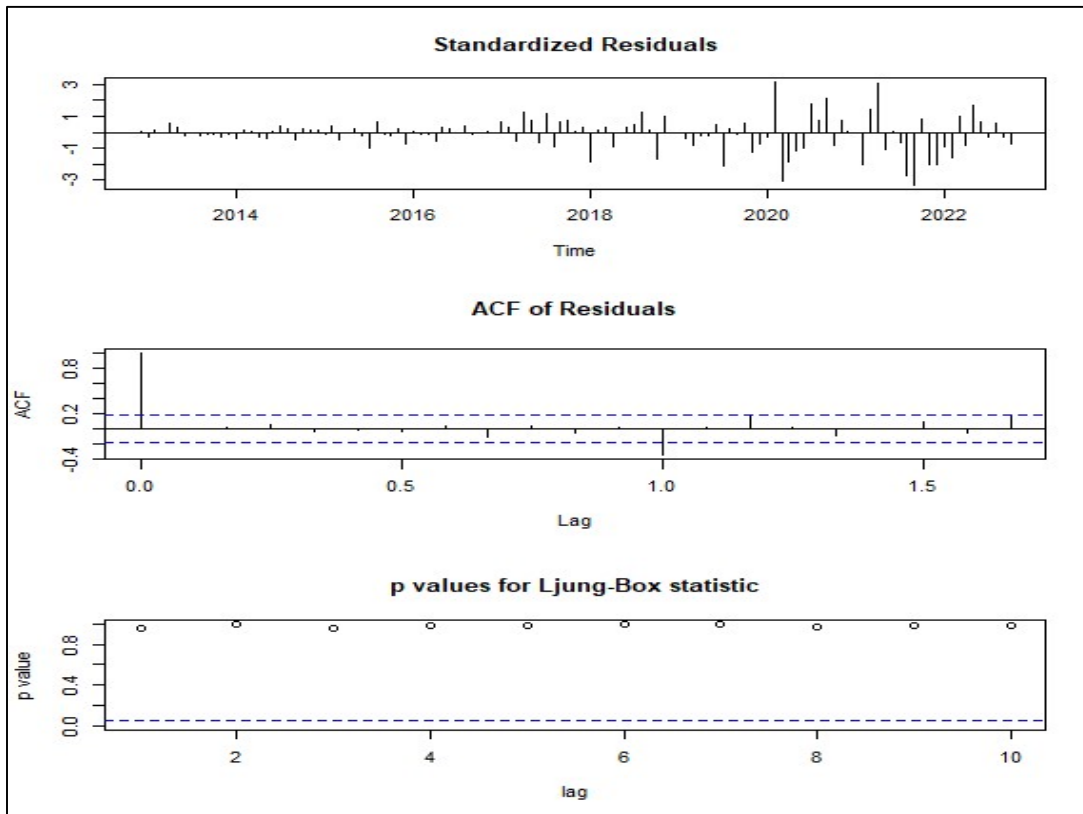
3. Resultados de la proyección

```
> proyeccion_modelo_servi
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Nov 2022  57227932696 56886878601 57568986791 56706335469 57749529923
Dec 2022  57051467983 56098406446 58004529520 55593886144 58509049822
Jan 2023  56842528303 55200063128 58484993477 54330594585 59354462020
Feb 2023  56659822601 54278416849 59041228353 53017776794 60301868408
Mar 2023  56405080971 53229323684 59580838258 51548179327 61261982615
Apr 2023  56198772319 52156815725 60240728913 50017133153 62380411485
May 2023  55993261286 50983861445 61002661127 48332045353 63654477219
Jun 2023  55727961336 49681780650 61774142022 46481125932 64974796740
Jul 2023  55506174004 48365549110 62646798898 44585530625 66426817383
Aug 2023  55252288656 46948572102 63556005210 42552850083 67951727229
```

Anexo 17 Resultados de las propiedades de ARIMA de consumo

1. Ruido blanco:

Ilustración 66 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA consumo



Fuente: Elaboración propia.

2. Independencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(modelo_arima_consumo)
X-squared = 0.0025766, df = 1, p-value = 0.9595
```

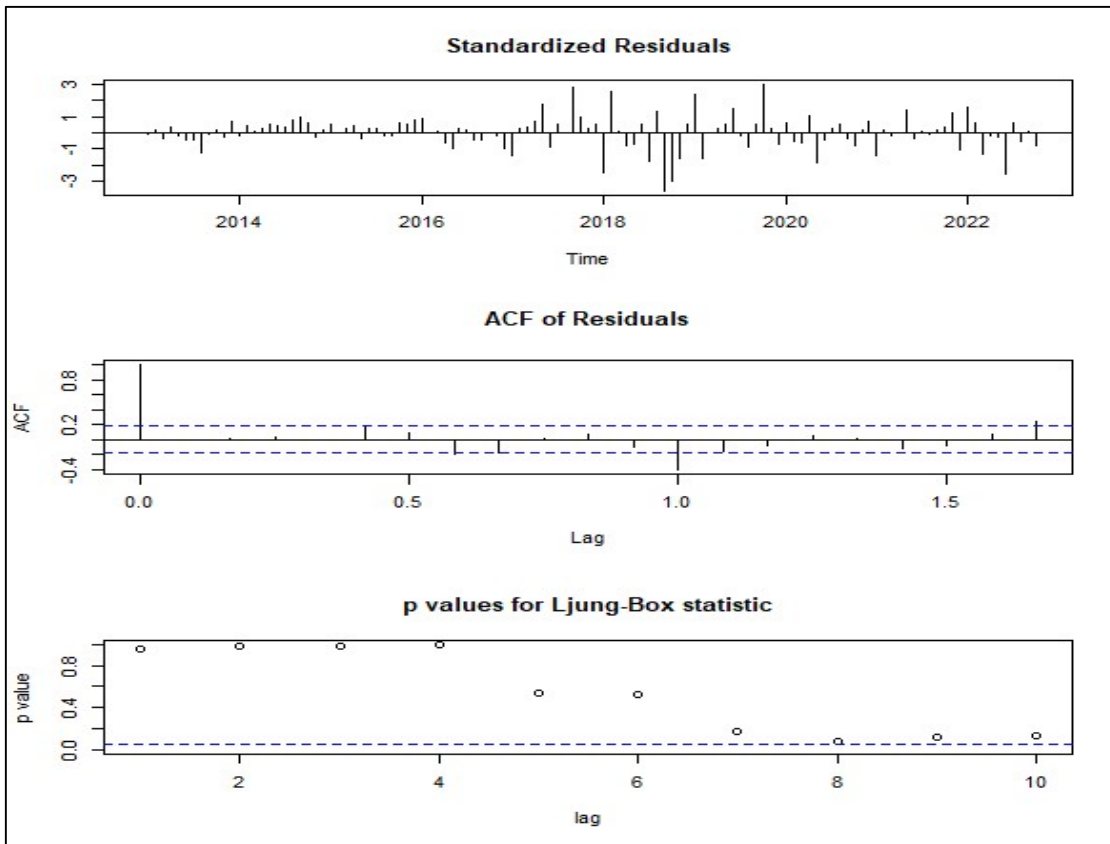
3. Resultados de la proyección

```
> proyeccion_modelo_consu
Point Forecast    Lo 80    Hi 80    Lo 95    Hi 95
Nov 2022      82986287543 82687959287 83284615798 82530033848 83442541237
Dec 2022      81276463466 80301143262 82251783670 79784839934 82768086998
Jan 2023      79390616709 77539146920 81242086499 76559038017 82222195401
Feb 2023      77314867884 74530739612 80098996156 73056911132 81572824635
Mar 2023      75155212007 71444389292 78866034721 69479998406 80830425607
Apr 2023      73164593929 68492249921 77836937937 66018860409 80310327449
May 2023      71442965300 65763501401 77122429198 62756974824 80128955775
Jun 2023      69955558022 63214679073 76696436971 59646273308 80264842735
Jul 2023      68627434630 60737071211 76517798048 56560165125 80694704134
Aug 2023      67276379212 58157147555 76395610869 53329717919 81223040505
```

Anexo 18 Resultados de las propiedades de ARIMA de comercio

1. Ruido blanco:

Ilustración 67 Cumplimientos supuestos de ruido blanco ARIMA consumo



Fuente: Elaboración propia.

2. Indecencia:

```
Box-Ljung test
data: residuals(modelo_arima_comercio)
X-squared = 0.0037073, df = 1, p-value = 0.9514
```

3. Resultados de la proyección

```
> proyeccion_modelo_comer
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Nov 2022  44849189734 44659791775 45038587692 44559530553 45138848915
Dec 2022  44440654016 43880622106 45000685926 43584159121 45297148911
Jan 2023  44038365964 43054140034 45022591895 42533122299 45543609630
Feb 2023  43633087085 42176638820 45089535349 41405641682 45860532488
Mar 2023  43221161823 41253732813 45188590833 40212238808 46230084838
Apr 2023  42789777176 40261904804 45317649549 38923730003 46655824350
May 2023  42360636110 39223327821 45497944400 37562537133 47158735087
Jun 2023  41915586118 38124403694 45706768541 36117472949 47713699287
Jul 2023  41471080884 36982657609 45959504158 34606629852 48335531915
Aug 2023  41012413888  35787454549 46237373227 33021528152 49003299624
```

