

# **IMPACTO DE LA VARIABLE INFLACIONARIA EN LA TASA DE INTERVENCIÓN DEL BANCO DE LA REPÚBLICA: CASO COLOMBIA 2010 - 2017**

**MATEO PÉREZ LONDOÑO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO ADMINISTRADOR**

**JAVIER VICENTE JARAMILLO**



**UNIVERSIDAD EIA  
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA  
ENVIGADO  
2018**

## ***DEDICATORIA***

Este trabajo es dedicado a mi familia y a los que han hecho posible mi desarrollo profesional, a todos los que a lo largo de mi aprendizaje han confiado que mi formación le sea útil en alguna medida a la economía, a el entorno empresarial y social de todo nuestro entorno.

Es una manera de honrar todos los esfuerzos alrededor de mi formación como persona y como profesional. Augurando con esto poder aportar en alguna medida a la sociedad al desarrollo económico y a la calidad de vida de todos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis profesores y tutores que han hecho posible que mi formación sea integral, a los que me han formado como crítico y quienes fomentaron en mí el arte de hacerme preguntas.

A la universidad quien me brinda el espacio y el conocimiento para que disponga de él en mi formación y transforme esto en mi vida como elementos que transmitan a una sociedad en constante cambio lo que desde la academia se desarrolla.

A mi familia que ha puesto todo su esfuerzo económico y su tiempo para formarme con los mejores estándares éticos y profesionales, mi más profundo deseo de compensar todos sus esfuerzos y sus sueños.

## **TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN .....	7
1. PRELIMNARES .....	9
1.1 Planteamiento del problema .....	9
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
1.2.1 Objetivo general.....	9
1.2.2 Objetivos especificos .....	9
1.3 MARCO DE REFERENCIA .....	9
1.4 HIPOTESIS .....	26
2. METODOLOGÍA.....	27
3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	37
4. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES .....	38
REFERENCIAS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## **LISTA DE ILUSTRACIONES Y GRAFICOS**

<i>ILUSTRACIÓN 1, MATRIZ DE DATOS.....</i>	15
<i>ILUSTRACIÓN 2, VECTORES DE LOS INDIVIDUOS.....</i>	15
<i>ILUSTRACIÓN 3, VECTORES DE LAS VARIABLES.....</i>	16
<i>ILUSTRACIÓN 4, CALCULO DE LA MEDIA MUESTRAL.....</i>	16
<i>ILUSTRACIÓN 5, PROCESO DE CENTRADO DE DATOS.....</i>	17
<i>ILUSTRACIÓN 6, TIPIFICACIÓN DE UNA VARIABLE ALEATORIA NORMAL.....</i>	18
<i>ILUSTRACIÓN 7, GRAFICA DE DISTRIBUCIONES CON DIFERENTE VARIANZA.....</i>	18
<i>ILUSTRACIÓN 8, DESVIACIÓN ESTÁNDAR.....</i>	20
<i>ILUSTRACIÓN 9, MATRICES PARA LA COVARIANZA.....</i>	22
<i>ILUSTRACIÓN 10, MULTIPLICACIÓN DE MATRICES CORRECTA.....</i>	22
<i>ILUSTRACIÓN 11, MATRIZ DE COVARIANZA.....</i>	22
<i>ILUSTRACIÓN 12, ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....</i>	24
<i>ILUSTRACIÓN 13, ESQUEMA DEL ANÁLISIS FACTORIAL.....</i>	25
<i>ILUSTRACIÓN 14, TASA DE INTERVENCIÓN VS INFLACIÓN (2010-1 / 2017-12).....</i>	26
<i>ILUSTRACIÓN 15, GRAFICA DE LA TASA DE INTERVENCIÓN PROMEDIO MENSUAL.....</i>	27

## **LISTA DE ECUACIONES**

<i>ECUACIÓN 1</i> , FUNCIÓN DE LA INFLACIÓN BASADA EN LA VARIACIÓN ANUAL DEL IPC .....	13
<i>ECUACIÓN 2</i> , FUNCIONES DE LA MEDIA .....	17
<i>ECUACIÓN 3</i> , FUNCIÓN DE LA VARIANZA.....	19
<i>ECUACIÓN 4</i> , FUNCIÓN DE LA COVARIANZA.....	21
<i>ECUACIÓN 5</i> , FUNCIÓN DE LA CORRELACIÓN .....	21

## **LISTA DE TABLAS**

<i>TABLA 1</i> MATRIZ DE DATOS (PARTE 1).....	29
<i>TABLA 2</i> , MATRIZ DE DATOS (PARTE 2).....	30
<i>TABLA 3</i> MATRIZ DE DATOS (PARTE 3).....	31
<i>TABLA 4</i> MATRIZ DE CORRELACIÓN.....	32
<i>TABLA 5</i> ÍNDICE KMO .....	33
<i>TABLA 6</i> GRAFICO DE SEDIMENTACIÓN.....	34
<i>TABLA 7</i> MATRIZ ROTADA SIN ROTAR DE VARIANZA DE COMPONENTES .....	35
<i>TABLA 8</i> GRAFICA DE LA MATRIZ ROTADA DE VARIANZA DE COMPONENTES .....	36

## ***RESUMEN***

En este documento se abarca el estudio de la política monetaria en Colombia desde una perspectiva estadística, usando el método de análisis multivariable para analizar las reacciones del Banco de la Republica ante el entorno económico Colombiano. El análisis se centra en estudiar las acciones tomadas por la junta del banco frente a los cambios del nivel de precios en la economía y como esta entidad usa la tasa de intervención como principal mecanismo para el control inflacionario. Inicialmente se concentra en la explicación de la política monetaria, la variable de inflación y los diferentes conceptos estadísticos que serán necesarios para el desarrollo del análisis multivariable. Posteriormente se presenta una hipótesis que intenta plantear lo previsto en la teoría, la cual es abordada por las técnicas estadísticas en conjunto con la teoría macroeconómica. Finalmente al culminar el desarrollo del modelo se presentan las conclusiones arrojadas por el análisis, las cuales entregan un resultado positivo de la gestión de la Junta del Banco de la Republica de frente a la teoría económica y al entorno colombiano.

## ***ABSTRACT***

This document covers the study of monetary policy in Colombia from a statistical perspective, using the multivariate analysis method to analyze the reactions of the Bank of the Republic to the Colombian economic environment. The analysis focuses on studying the actions taken by the bank's board against changes in the price level in the economy and how this entity uses the intervention rate as the main mechanism for inflation control. Initially, it focuses on the explanation of monetary policy, the inflation variable and the different statistical concepts that will be necessary for the development of multivariate analysis. Later a hypothesis is presented that tries to put in base the foreseen by the theory, which is approached by the statistical techniques in conjunction with the macroeconomic theory. Finally, upon completing the development of the model, the conclusions drawn by the analysis are presented, which provide a positive result of the management of the Board of the Bank of the Republic in the face of economic theory and the Colombian economic environment.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento está diseñado para presentar un análisis estadístico multivariado donde se muestra la relación de la tasa de intervención definida por del Banco de la República de Colombia a partir de la inflación en los meses anteriores, precisado por observaciones medibles dentro del ciclo económico y de acuerdo con la actual política monetaria desarrollada dentro de la dinámica del país.

El modelo estadístico se desarrolla basado en el análisis determinístico, con variables determinísticas y no se precisan análisis de especulación por condiciones presentadas por los actores económicos dentro del sistema económico, monetario y político del país.

Se muestra de forma precisa, analítica y de manera sistémica como se da la interacción de cada variable dentro del cálculo del modelo.

También se presentan los diferentes procesos activos del cálculo y las posibles desviaciones de error de cada una de las variables. Adicionalmente se precisa el tratamiento de las irregularidades que pueden presentarse dentro del análisis.

Se presentan los resultados finales arrojados por el análisis, dentro de este, se precisan explicaciones deterministas y no deterministas asociadas con la dinámica y algunas variables especulativas dentro de la dinámica económica del país.

Finalmente se presentan las conclusiones, se presentan ideas y conclusiones sobre el análisis multivariante, se realizan las afirmaciones correspondientes a los resultados del análisis y las posibles suposiciones e hipótesis para tener en cuenta en el desarrollo de modelos posteriores.

# 1. PRELIMNARES

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de un análisis estadístico que pueda medir los impactos de la inflación de meses previos sobre tasa de intervención definida por la junta del Banco de la República de Colombia. Los analistas presentan conceptos observables y conclusiones que no tienen una medición determinística. El alcance de este trabajo es acotar la relación de los cambios de la inflación sobre las decisiones del Banco de la República mediante el uso de la estadística.

## 1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la variable inflacionaria en la tasa de intervención definida por el Banco de la República mediante un modelo estadístico multivariable y análisis de perspectiva.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- (1.) Determinar y explicar las perspectivas frente a la variable inflacionaria que serán determinantes en el desarrollo del análisis estadístico
- (2.) Realizar un análisis multivariable donde se calculen matrices de covarianza y correlación para mostrar el relacionamiento de las variables, la dinámica y medir los posibles impactos en la intervención. Mostrar Análisis estadístico con perspectiva que explique los resultados que dan respuesta a la hipótesis.
- (3.) Analizar los resultados arrojados por el análisis y emitir conclusiones observadas.

## 1.3 MARCO DE REFERENCIA

Se podría pensar que matemáticamente los elementos de la macroeconómica como factores medibles y observables, que de forma aparente serían fácilmente controlables por el entorno geopolítico y económico colombiano. Sin embargo, desde los años 90 y la apertura económica, se puede ver como los efectos de la globalización hacen aún más difícil medir y controlar estas variables. Se puede observar como variables del entorno externo intervienen de manera continua y es cada vez más difícil para el Banco de la República de Colombia tener elementos para la intervención y contener los efectos buscando la estabilización de todo el entorno macroeconómico, teniendo menos capacidad para generar efectos estabilizadores dentro de un entorno macroeconómico.

Los efectos de la globalización cada vez tienen más impacto directo sobre el ambiente económico de las naciones, en el siguiente párrafo Krauter (2000) cita al secretario Ocampo de la CEPAL:

La globalización tiene raíces históricas profundas, pero su avance durante las últimas décadas ha sido particularmente rápido. Su fuerza reciente es el resultado conjunto de procesos

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

tecnológicos --la revolución de la tecnología de la información y las telecomunicaciones, en particular-- y de la liberalización económica que se ha venido experimentando a nivel mundial, que ha reducido sustancialmente las barreras que imponían los Estados a la acción de los mercados. Las manifestaciones más notorias de la globalización son el rápido crecimiento de mercados mundiales de manufacturas y servicios, la explosión de los mercados internacionales de capitales y los procesos de concentración económica en el ámbito mundial liderados por las empresas transnacionales. En la última década el comercio mundial de bienes se expandió a un ritmo anual del 7%, dos y media veces más que el crecimiento de la producción. (Krauter, 2000)

El crecimiento del comercio de algunos servicios, sobre todo financieros y de comunicaciones, ha sido aún más dinámico. La capacidad de las grandes empresas para planificar crecientemente sus actividades a nivel mundial ha dado lugar, a su vez, a una bonanza de inversión extranjera directa sin precedentes. Todos estos procesos representan oportunidades para los países en vías de desarrollo, aunque también riesgos. (Ocampo, 2001)

De acuerdo con esto es fácil deducir que los modelos matemáticos desarrollados para calcular cualquier tasa de intervención en el entorno colombiano presentan con más frecuencia desviaciones por la intervención de factores no observables del entorno global y por otras intervenciones realizadas por países con economías fuertes ya globalizadas.

Sin embargo, es de notar que las variables internas colombianas toman un nuevo rol dentro de la dinámica económica del país. Para antes de los años 90 eran las bases para el cálculo intervencionista, y ahora desde una perspectiva global se han convertido en variables contenedoras y estabilizadoras.

De acuerdo con esto se puede comenzar el análisis por la tasa de inflación como el elemento principal que además de instrumento de medición e indicador de calentamiento de la economía, como un elemento base para contener efectos a través de la tasa de intervención.

Uno de los principales objetivos de cada país es controlar sus precios, cada vez los gobiernos se preocupan más por mantenerlos estables y velar por que sus economías sean sanas. Se ve por ejemplo en América Latina como sus efectos pueden ser devastadores para una economía tales como el caso de estudio de Bolivia (Morales & Sachs, 1987), en el cual se reporta que el país llegó a tener una inflación aproximada anual por 5 años (1980 – 1985) de 569.1 por ciento y la actual economía venezolana que, según reporta Vargas (2018), para el último año alcanzó una inflación del 116.000 por ciento.

La inflación en su definición por el profesor Mimica (2010) es el “incremento generalizado de los precios de los bienes y de los servicios a lo largo de un período de tiempo prolongado que produce como consecuencia un descenso del valor del dinero y, por tanto, de su poder adquisitivo”. A la inflación también se le conoce como índice de costo de vida y no considera los bienes o servicios que compran las empresas o el gobierno

En la dinámica usada por el Banco de la República de Colombia, se puede apreciar como todos sus esfuerzos se concentran en mantener el índice inflacionario dentro de su rango meta para lograr mantener las tasas de crecimiento de la economía nacional, redundando esfuerzos en contener e implementar otras estrategias de contención. Sin embargo, la total afectación por parte de la política fiscal del país (Reforma tributaria) desacelera el crecimiento económico y el cumplimiento de las metas inflacionarias.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Como muestra de esto el Banco de la República cita en 2017:

La respuesta de la política monetaria ha tenido que ajustarse a las nuevas condiciones de la economía, caracterizadas por una alta inflación y una desaceleración de la actividad económica. Hacia finales del presente año se espera que las presiones inflacionarias hayan cedido, y que la inflación se encuentre de nuevo cerca del rango meta de 2% a 4%, y en el camino hacia la meta puntual de largo plazo de 3%. En ese escenario la política monetaria podrá apoyar más decididamente la dinámica del crecimiento para que este llegue a su potencial. Sin embargo, para que la economía pueda crecer a tasas satisfactorias se necesita mucho más que bajar la tasa de intervención. Para lograr este objetivo se requieren reformas estructurales que no dependen del Banco de la República sino del Gobierno, los empresarios y la sociedad en general (Echavarría, 2017).

Como consecuencia este índice de precios es determinante en la tasa de intervención del Banco de la República.

### **Política monetaria**

La política monetaria en Colombia se rige por un esquema de inflación objetivo, cuyo propósito es mantener una tasa de inflación baja y estable, y alcanzar un crecimiento del producto acorde con la capacidad potencial de la economía. Esto significa que los objetivos de la política monetaria combinan la meta de estabilidad de precios con el máximo crecimiento sostenible del producto y del empleo. En tanto las metas de inflación sean creíbles, estos objetivos son compatibles. De esta forma, la política monetaria cumple con el mandato de la Constitución y contribuye a mejorar el bienestar de la población. (Banco de la República, 2013a)

### **Horizonte de implementación de la política monetaria**

La Junta Directiva del Banco de la República (JDBR) determina la política monetaria con el objetivo de mantener la tasa de inflación alrededor de su meta de largo plazo de 3% (con un margen admisible de desviación de +/- 1%). Esta meta se plantea sobre la inflación de precios al consumidor, que se mide estadísticamente como la variación anual del índice de precios al consumidor (IPC). (Banco de la República, 2013a)

### **Proceso de toma de decisiones de la Junta Directiva del Banco de la República**

Las decisiones de política monetaria se toman con base en el análisis del estado actual y de las perspectivas de la economía, y de acuerdo con la evaluación del pronóstico de inflación frente a las metas. Si como resultado de esta evaluación se concluye que existen riesgos de que la inflación se desvíe de la meta en el horizonte de tiempo en el cual opera esta política, y que dicha desviación no se debe a choques transitorios, la autoridad monetaria procederá a modificar la postura de política, ajustando su principal instrumento que es la tasa de interés de intervención en el mercado monetario (tasas de interés de las operaciones de liquidez de corto plazo del Banco de la República). (Banco de la República, 2013a)

De esta manera la política monetaria contribuye a asegurar la estabilidad de precios y a mantener un crecimiento económico alto y sostenido que genere empleo y mejore el nivel de vida de la población. Si la economía excede un ritmo de crecimiento sostenible, podrán aparecer excesos de gasto que comprometan la estabilidad de precios o desemboquen en

fragilidad financiera, la cual, a la postre, puede terminar en caídas fuertes en la producción y el empleo (Banco de la República, 2013a)

### **¿Por qué es importante tener una inflación baja y estable?**

Una inflación baja y estable mejora el bienestar de la población. Esto tiene lugar de varias maneras según explica el Banco de la República (2013b):

- Una inflación baja promueve el uso eficiente de los recursos productivos. Por el contrario, cuando la inflación es alta una parte del tiempo de los individuos y una parte de los recursos de la economía se invierten en la búsqueda de mecanismos para defenderse de la inflación. Así por ejemplo, cuando la inflación es alta las empresas deben destinar más recursos al manejo de su portafolio para evitar pérdidas financieras. Estos son usos improductivos que no generan riqueza a la sociedad.
- Una inflación baja disminuye la incertidumbre. Se ha observado que las economías con alta inflación también padecen de una inflación más variable. La incertidumbre puede afectar negativamente la rentabilidad esperada de la inversión y por lo tanto el crecimiento en el largo plazo. La mayor incertidumbre implica también que los precios relativos pierden su contenido informativo sobre la escasez o abundancia relativa de bienes y factores en la economía. Esto impide una asignación eficiente de los recursos y en consecuencia disminuye el crecimiento económico.
- Una baja inflación incentiva la inversión. Las decisiones económicas más importantes que toman los individuos y las empresas son, usualmente, decisiones de largo plazo: las decisiones de hacer una fábrica, de constituir una empresa, la decisión de educarse, de comprar vivienda. Estas decisiones dependen crucialmente del grado de incertidumbre sobre el futuro. Una inflación baja y estable es un indicador de estabilidad macroeconómica que contribuye a que las personas y las empresas tomen decisiones de inversión con confianza.
- Una inflación baja evita redistribuciones arbitrarias del ingreso y la riqueza, especialmente contra la población más pobre. Los asalariados y las personas jubiladas tienen menos mecanismos para protegerse de la erosión inflacionaria de sus ingresos. Las cláusulas de indización de ingresos no existen o son muy infrecuentes. En Colombia, por ejemplo, los salarios y las pensiones de los jubilados se reajustan una vez al año. Además, entre menor sea el ingreso de las personas, es más probable que tengan menos mecanismos de defensa contra la inflación, como ahorros o propiedades inmuebles. Por esta razón, una inflación creciente significa una redistribución del ingreso en contra de la población más pobre. (Banco de la República, 2013b)

Finalmente como lo explica en su sección de Finanzas el periódico Portafolio (2008) en el artículo “Cómo afecta la tasa de interés de intervención del Banco de la República a la inflación”, se tiene que:

La tasa de interés de intervención es la principal herramienta que tienen las autoridades monetarias de cada país para controlar el nivel de precios de la economía. Esto obedece a que ante un aumento en esta tasa se presenta una disminución en el ritmo de consumo e inversión y, por lo tanto, se reducen las presiones inflacionarias vía demanda.

Bajo el esquema de inflación objetivo con el que opera el Banco de la República en Colombia desde 1991, el Emisor utiliza la tasa de interés de intervención como instrumento para controlar la inflación, manteniendo el poder adquisitivo de la moneda.

El mecanismo inicial de transmisión ante una modificación de la tasa de intervención al resto de la economía se da a través del sistema financiero, principalmente. Por ejemplo, un alza en las tasas de las operaciones de liquidez del Banco de la República se traslada a la tasa a la que se prestan las entidades financieras entre sí (tasa interbancaria).

A partir de ese momento, este incremento se puede trasladar en mayor o menor proporción a la DTF, tasa de referencia a la que se captan los recursos en el sistema financiero, dependiendo de la liquidez con la que cuente el mercado.

Al incrementarse el costo de la obtención de los recursos de las entidades financieras, este se traslada a créditos más dispendiosos para los agentes de la economía, por lo que estos tienen incentivos a aumentar el ahorro y disminuir la inversión en la actividad productiva, afectando la dinámica de la actividad económica, vía menor consumo o una menor inversión.

Al afectar la demanda de bienes y servicios de la economía, los precios de la economía tienden a disminuir en el mediano y largo plazo (Portafolio, 2008).

De acuerdo con estos conceptos se pretende con este documento que desarrolla un análisis multivariable, mostrar de forma estadística la afectación de los índices inflacionarios en las decisiones de la Junta del Banco de la República respecto a la decisión sobre la tasa de intervención.

Se contextualiza dentro de este también, que, aunque son muchos los factores que intervienen en los modelos de cálculo estadístico usados por el Banco de la República para contener los efectos inflacionarios, en un porcentaje muy alto es determinante el modelo estadístico que luego del cálculo puede verse modificado en una menor medida por factores no observables y otras variables no determinadas dentro de este modelo.

### **Inflación a base del IPC**

El IPC es un indicador que mide la variación de precios de una canasta de bienes y servicios representativos del consumo de los hogares del país. Los resultados son analizados por grupos, subgrupos y clases de gastos, gastos básicos y niveles de ingreso. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2018a)

“La inflación es un aumento sostenido en el nivel general de precios, frecuentemente medido por un índice de precios al consumidor. La tasa de inflación es el cambio porcentual en el nivel de precios en un periodo determinado” (International Monetary Fund, 2006). Se enfocará en el cambio anual debido a que este presenta una descripción del aumento del nivel de precios generalizado para el país.

$$\text{Variación interanual} = \frac{119,89 \text{ (nivel general del IPC en mayo 2008)}}{107,14 \text{ (nivel general del IPC en mayo 2007)}} * 100 - 100 = 11,90 \%$$

*Ecuación 1, Función de la inflación basada en la variación anual del IPC*

## CONCEPTOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO:

### Una definición informal:

Dios (2015) sugiere que la mejor definición informal del análisis es que “es un conjunto de métodos estadísticos y matemáticos, destinados a describir e interpretar datos que provienen de la observación de varias variables estadísticas, estudiadas conjuntamente” (Pag. 153)

### Una definición técnica según Cuadras (2007):

El Análisis multivariable (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resulten de observar un número  $p > 1$  de variables estadísticas sobre una muestra de  $n$  individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que una predomine sobre las demás. La información estadística es de carácter multidimensional, por lo tanto la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariante juegan un papel fundamental. La información multivariante es una matriz de datos, pero a menudo, en AM la información de entrada consiste en matrices de distancias o similitudes, que miden el grado de discrepancia entre los individuos. (Cuadras, 2007)

El análisis multivariante es una disciplina difícil de definir e incluso de delimitar. Según explica Fernández (2008):

Bajo este sobrenombre se agrupan diversas técnicas estadísticas que, si bien muchas de ellas fueron ideadas por autores que se pueden denominar clásicos, deben su auge y puesta en práctica a la difusión del software estadístico y a la creciente demanda que de ellas exige el desarrollo de otras disciplinas, como la Sociología, Psicología, Biología o Economía. Es desde luego impensable poder aplicar procedimientos como el manova, el análisis factorial, el análisis clúster o el de correspondencias si no se dispone de un programa estadístico adecuado. Y no es menos cierto, como se ha apuntado, que si se pregunte cuál es el denominador común de los procedimientos mencionados, la respuesta no sea del todo convincente. (Fernández, 2008)

Para muchos autores, hablar de análisis multivariante es simplemente hablar del estudio simultáneo de más de dos variables (Hair et. al (1999)). Desde luego que esta definición se aproxima a la idea que tiene la mayoría, pero ello haría de la regresión lineal múltiple una técnica multivariante (dado que, en la práctica, no solo los valores de la variable dependiente sino también los valores explicativos suelen ser observaciones de variables aleatorias). En definitiva, se está incluyendo el estudio del modelo lineal dentro del análisis multivariante. No se pretende decir que sea mala idea, todo lo contrario. Ambas materias se encuentran estrechamente vinculadas desde el punto de vista epistemológico. (Fernández, 2008) Sin embargo, al presentarse un estudio de series de tiempo, la regresión lineal se descarta debido a sus altas autocorrelaciones.

### Matriz de datos:

La matriz de datos representa en conjunto la información observable para realizar el análisis estadístico, se va a denominar:

**x** = Denominada como la matriz de datos.

**n** = Como el número de individuos

**p** = Como el número de variables

**T**= Representa la acción transponer.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1k} & x_{1p} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ x_{21} & x_{22} & x_{2k} & x_{2p} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ x_{31} & x_{32} & x_{3k} & x_{3p} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ x_n & x_{n2} & x_{nk} & x_{np} \end{bmatrix} \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \left. \vphantom{\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{bmatrix}} \right\} n \text{ Individuos}$$

$p$  Variables

*Ilustración 1, Matriz de datos*

### Vectores

Dentro de la matriz se harán dos representaciones vectoriales:

- (1.) La representación vectorial de los individuos:

$$\underline{x}_1 = \begin{bmatrix} x_{11} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{1k} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{1p} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} \underline{x}^T_1 \\ \cdot \\ \underline{x}^T_n \end{bmatrix}$$

$$\underline{x}^T_1 = [x_{11} \dots x_{12} \dots x_{1k} \dots x_{1p}]$$

*Ilustración 2, Vectores de los individuos*

(2.) La representación vectorial de las variables:

$$[\underline{x}(1) \dots \dots \underline{x}(p)] \quad \underline{x}(1) = \begin{bmatrix} x_{11} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}$$

Ilustración 3, Vectores de las variables

**Media muestral**

Es la que representa el promedio de los individuos dentro de las variables

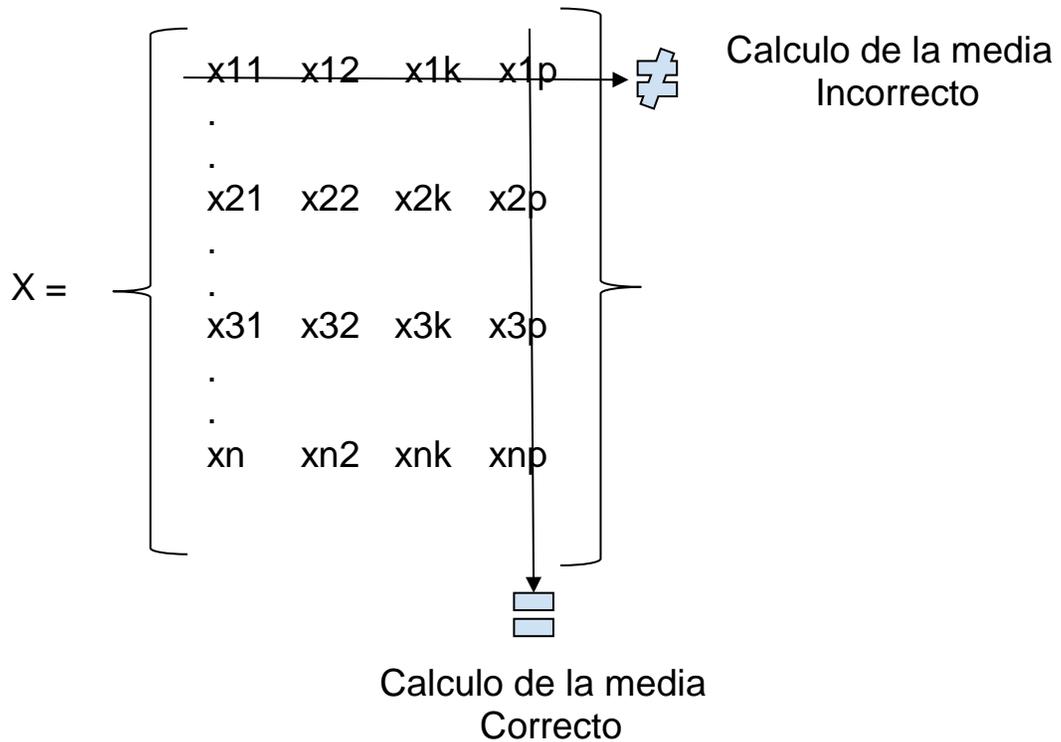


Ilustración 4, Calculo de la media muestral

Definido por la fórmula:

En una población	En una muestra
$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

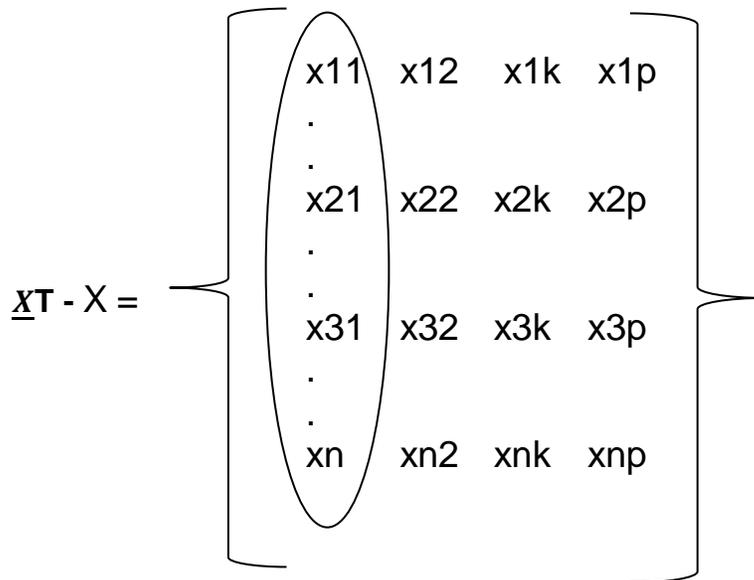
*Ecuación 2, Funciones de la media*

Esto básicamente me construye el vector de medias de las variables.

$$\underline{X^T} = [\underline{X}(1) \dots \underline{X}(2) \dots \underline{X}(J) \dots \underline{X}(P)]$$

**Proceso de centrado de los datos:**

El significado matemáticamente del centrado de los datos significa restarle la media a cada una de las variables



*Ilustración 5, Proceso de centrado de datos*

La media de cada variable resta en cada elemento de dicha variable.

Este procedimiento me permite comparar dos variables que pueden parecer relacionadas pero presentan situaciones observables muy diferentes.

Un ejemplo claro de esto es en un análisis estadístico del salario de un operario en Europa con la de un operario en América. Ambos no pueden ser comparables por las condiciones de ambos continentes, sin embargo, en el momento de tipificar o centrar las variables teniendo en cuenta su población, se ponen en un plano de distribución normal tipificada donde pueden ser comparables.

Finalmente, el centrado de los datos hace parte de la tipificación de la variable que es hacer que su media sea (0) y contraer o dilatar la variable hacer que la desviación típica sea (1).

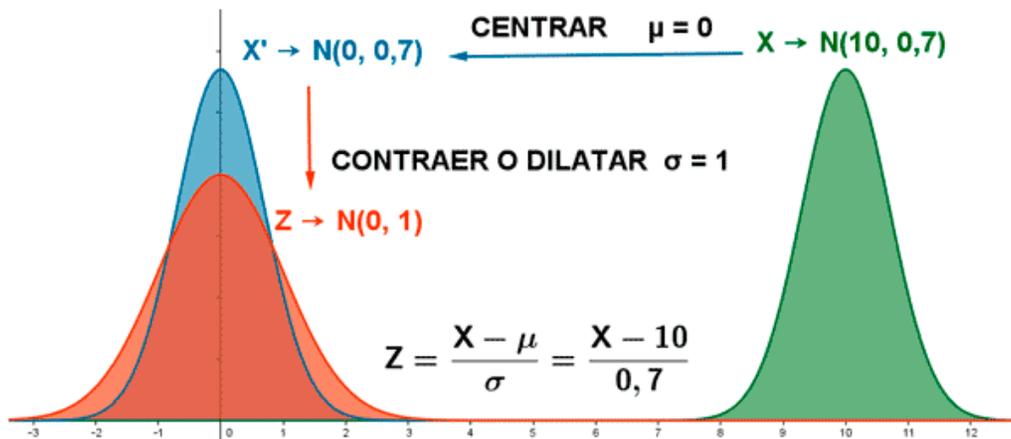


Ilustración 6, Tipificación de una variable aleatoria normal

### La varianza:

Pérez Porto & Gardey (2012) señalan que “se trata de una palabra impulsada por el matemático y científico inglés Ronald Fisher (1890–1962) y sirve para identificar a la media de las desviaciones cuadráticas de una variable de carácter aleatorio, considerando el valor medio de ésta”

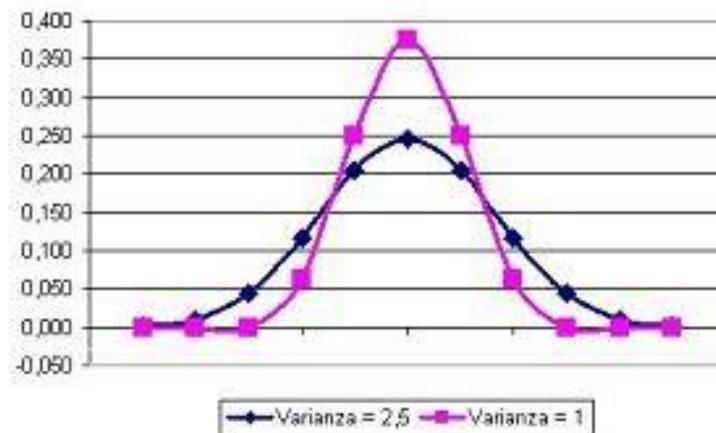


Ilustración 7, Grafica de distribuciones con diferente varianza

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

(Pérez Porto & Gardey, Definición de Varianza, 2012)

Igualmente Pérez Porto & Gardey (2012) enfatizan que “la varianza de las variables aleatorias, consiste en una medida vinculada a su dispersión. Se trata de la esperanza del cuadrado de la desviación de esa variable considerada frente su media y se mide en una unidad diferente”

Se expresa como:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n - 1}$$

*Ecuación 3, Función de la varianza*

Pérez Porto & Gardey (2012) afirman en su blog “Definición de varianza” que “lo que hace la varianza es establecer la variabilidad de la variable aleatoria. Es importante tener en cuenta que, en ciertos casos, es preferible emplear otras medidas de dispersión ante las características de las distribuciones”

Teniendo en cuenta esto, Pérez Porto & Gardey (2012) dicen que “se denomina varianza muestral cuando se calcula la varianza de una comunidad, grupo o población en base a una muestra. La covarianza, por otra parte, es la medida de dispersión conjunta de un par de variables”

Pérez Porto & Gardey (2012) hacen hincapié en que “los expertos hablan de análisis de la varianza para nombrar a la colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados en la cual la varianza aparece particionada en distintos componentes”

### **La desviación estándar o típica:**

Uno de los conceptos más importantes relacionados con la varianza es la desviación estándar, también conocida como típica, que representa la magnitud de la dispersión de variables de intervalo y de razón, y resulta muy útil en el campo de la estadística descriptiva. Para obtenerla, simplemente se parte de la varianza y se calcula su raíz cuadrada. (Pérez Porto & Gardey, Definición de Varianza, 2012)



*Ilustración 8, Desviación estándar*

En los procesos de comprobación de una teoría, es importante anticiparse a los posibles resultados, y la desviación sirve para analizar el comportamiento de los valores alrededor de su promedio. Establece nuevos puntos que abren puertas a diferentes clasificaciones y a datos que pueden no haber sido considerados en un principio. (Pérez Porto & Gardey, Definición de Varianza, 2012)

Valiéndose tan sólo de la media entre un conjunto de valores, no es posible saber si alguno de ellos está excesivamente alejado de la “normalidad” existente en dicho contexto. La desviación estándar permite establecer dos nuevos límites alrededor de dicha línea central, para saber cuándo un elemento es demasiado pequeño o grande. (Pérez Porto & Gardey, Definición de Varianza, 2012)

### **Covarianza:**

Según Pérez Porto & Gardey (2018a), la covarianza, “permite descubrir si las variables mantienen un vínculo de dependencia. El dato también contribuye a conocer otros parámetros”.

Si los valores bajos de una variable se corresponden con los valores bajos de otra variable, o si lo mismo ocurre con los valores altos de ambas, la covarianza tiene un valor positivo y es calificada como directa. En cambio, si los valores bajos de una variable se corresponden con los valores más altos de otra variable y viceversa, la covarianza resulta negativa y se define como inversa. La tendencia existente en la relación lineal que se establece entre las variables, de este modo, es expresada mediante el signo de la covarianza. (Pérez Porto & Gardey, Definición de covarianza, 2018a)

Como indican Pérez Porto & Gardey (2018a), “existen distintas fórmulas para calcular la covarianza. Puede decirse que la covarianza es la media aritmética que surge del producto de las desviaciones de las variables respecto a sus propias medias”.

Una de sus fórmulas de cálculo es:

$$Cov(X, Y) = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

*Ecuación 4, Función de la covarianza*

### **Correlación:**

En el ámbito de las matemáticas y las estadísticas, la correlación alude a la proporcionalidad y la relación lineal que existe entre distintas variables. Si los valores de una variable se modifican de manera sistemática con respecto a los valores de otra, se dice que ambas variables se encuentran correlacionadas (Pérez Porto & Gardey, Definición de correlación, 2018b).

Es importante tener en cuenta que la existencia de una correlación estadística entre dos eventos no implica que haya una conexión causal entre ellos. Dicha creencia falaz es resumida con la expresión latina *Cum hoc ergo propter hoc*, que suele resumirse como “correlación no implica causalidad”. La supuesta causalidad en la correlación puede deberse a una coincidencia o a la existencia de algún factor desconocido (Pérez Porto & Gardey, Definición de correlación, 2018b)

Su cálculo de se da por la fórmula:

$$r = \frac{n \sum x_i \sum y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

*Ecuación 5, Función de la correlación*

Dentro de los aspectos relevantes a tener en cuenta es que la correlación de una variable consigo misma siempre va ser (1). Por tanto la diagonal de la matriz de correlaciones va ser siempre (1).

En la generación de la matriz covarianzas se tendrán en cuenta que los datos se trabajan centrados y la multiplicación de la matriz de datos sería:

$$1/n \bar{X}^T \bar{X} = \begin{pmatrix} X_{11}-\bar{X}_1 & X_{22}-\bar{X}_1 & X_{j1}-\bar{X}_1 & X_{n1}-\bar{X}_1 \\ X_{12}-\bar{X}_2 & X_{22}-\bar{X}_2 & X_{j2}-\bar{X}_2 & X_{n2}-\bar{X}_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1k}-\bar{X}_k & X_{2k}-\bar{X}_k & X_{j2}-\bar{X}_k & X_{n2}-\bar{X}_k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1p}-\bar{X}_p & X_{2p}-\bar{X}_p & X_{jp}-\bar{X}_p & X_{np}-\bar{X}_p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{11}-\bar{X}_1 & X_{22}-\bar{X}_2 & X_{j1}-\bar{X}_k & X_{n1}-\bar{X}_p \\ X_{12}-\bar{X}_1 & X_{22}-\bar{X}_2 & X_{j2}-\bar{X}_k & X_{n2}-\bar{X}_p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1k}-\bar{X}_1 & X_{2k}-\bar{X}_2 & X_{j2}-\bar{X}_k & X_{n2}-\bar{X}_p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1p}-\bar{X}_1 & X_{2p}-\bar{X}_2 & X_{jp}-\bar{X}_k & X_{np}-\bar{X}_p \end{pmatrix}$$

$p \times n$   $n \times p$

Ilustración 9, Matrices para la covarianza

Donde  $\bar{X}$  indica que los datos han sido centrados, donde  $n \times p$  es la matriz de datos centrados y  $p \times n$  es la matriz transpuesta.

$$1/n \bar{X}^T \bar{X} = \begin{pmatrix} X_{11}-\bar{X}_1 & X_{22}-\bar{X}_1 & X_{j1}-\bar{X}_1 & X_{n1}-\bar{X}_1 \\ X_{12}-\bar{X}_2 & X_{22}-\bar{X}_2 & X_{j2}-\bar{X}_2 & X_{n2}-\bar{X}_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1k}-\bar{X}_k & X_{2k}-\bar{X}_k & X_{j2}-\bar{X}_k & X_{n2}-\bar{X}_k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1p}-\bar{X}_p & X_{2p}-\bar{X}_p & X_{jp}-\bar{X}_p & X_{np}-\bar{X}_p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{11}-\bar{X}_1 & X_{22}-\bar{X}_2 & X_{j1}-\bar{X}_k & X_{n1}-\bar{X}_p \\ X_{12}-\bar{X}_1 & X_{22}-\bar{X}_2 & X_{j2}-\bar{X}_k & X_{n2}-\bar{X}_p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1k}-\bar{X}_1 & X_{2k}-\bar{X}_2 & X_{j2}-\bar{X}_k & X_{n2}-\bar{X}_p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1p}-\bar{X}_1 & X_{2p}-\bar{X}_2 & X_{jp}-\bar{X}_k & X_{np}-\bar{X}_p \end{pmatrix}$$

$p \times n$   $n \times p$

Ilustración 10, Multiplicación de matrices correcta

Ahora multiplicando cada elemento del horizontal por el vertical se construye la nueva matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{1j} - \bar{x}_1)^2 & \dots & \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{j1} - \bar{x}_1)(X_{jk} - \bar{x}_k) & \dots & \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{j1} - \bar{x}_1)(X_{jp} - \bar{x}_p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Ilustración 11, Matriz de covarianza

Finalmente, una matriz de varianzas-covarianzas es una matriz cuadrada que contiene las varianzas y covarianzas asociadas con diferentes variables. Los elementos de la diagonal de la matriz contienen las varianzas de las variables, mientras que los elementos que se encuentran

fuera de la diagonal contienen las covarianzas entre todos los pares posibles de variables. (Minitab Inc, 2017)

La matriz de varianzas y covarianzas es simétrica, porque la covarianza entre X y Y es igual a la covarianza entre Y y X. Por lo tanto, la covarianza para cada par de variables se muestra dos veces en la matriz: la covarianza entre las variables i-ésima y j-ésima se muestra en las posiciones (i, j) y (j, i). (Minitab Inc, 2017)

Muchas aplicaciones estadísticas calculan la matriz de varianzas-covarianzas para los estimadores de los parámetros en un modelo estadístico. Suele utilizarse para calcular los errores estándar de los estimadores o las funciones de los estimadores. Por ejemplo, la regresión logística crea esta matriz para los coeficientes estimados, lo que permite ver las varianzas de los coeficientes y las covarianzas entre todos los pares posibles de coeficientes (Minitab Inc, 2017).

### **Análisis de componentes y factorial:**

Contando con una matriz de datos y suponiendo una relación entre sus elementos “variables”, entonces este análisis permite preguntarse:

- ¿Será posible describir una relación utilizando un número menor de dimensiones sin perder información importante?
- ¿Será posible definir un índice general, combinando todas las variables y que cuantifique la pregunta o la relación previamente definida?

A la primera pregunta da respuesta el análisis de componentes principales, y la segunda es respondida con el análisis factorial.

La definición de cada componente, indica una forma de ver la información de la manera más clara posible y perdiendo el mínimo de información. Si se hace la analogía, se puede tener en cuenta un edificio tridimensional, se necesita una fotografía del edificio donde se muestre la mayor parte de detalles del mismo y perdiendo el mínimo de información, esto implica que el edificio debe ser girado hasta lograr la mejor dimensión que me brinde la información más precisa y dónde se pierda poca información.

Manteniendo fija la primera componente, se rotan los elementos para así obtener los detalles restantes no tenidos en cuenta dentro de la primera. En la analogía del edificio, es tener fijó la primera componente y rotar el edificio para obtener la segunda con los detalles faltantes del edificio.

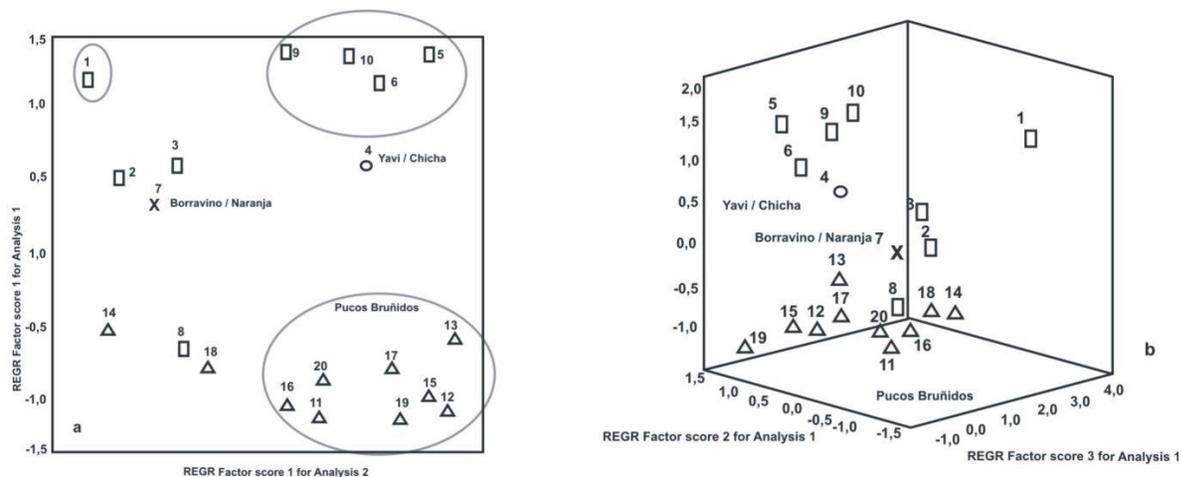
Así sucesivamente se obtienen todos los componentes principales con la mayor parte de la información.

A su vez sería tener un objeto y obtener de sus dimensiones los componentes principales perdiendo el mínimo de información.

Técnicamente el análisis de componentes lleva los datos de las variables a una sola dimensión, con esto a partir de la segunda componente se recoge la información restante y se pone en otra dimensión llamado componente 2 o componentes siguientes.

Gráficamente, se extraen de un gráfico tridimensional una forma de ver los datos en una dimensión que permite ver de una mejor forma sus relaciones.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



*Ilustración 12, Análisis de componentes principales (Fotoselmaenes.net, 2015)*

Mientras tanto el análisis factorial es una técnica de reducción de datos que me permite encontrar grupos homogéneos a partir de un numeroso conjunto de variables.

Se encarga de analizar la varianza común a todas las variables. Partiendo de una matriz de correlaciones, trata de simplificar la información que ofrece.

Existen dos formas de realizar este proceso creadas por Thurstone (1935):

- **Parsimonia:** es la forma de representar las variables de una forma simplificada y elegante reduciendo costos.
- **Interpretabilidad:** es la forma en la cual toda variable que aparezca debe tener un significado en común.

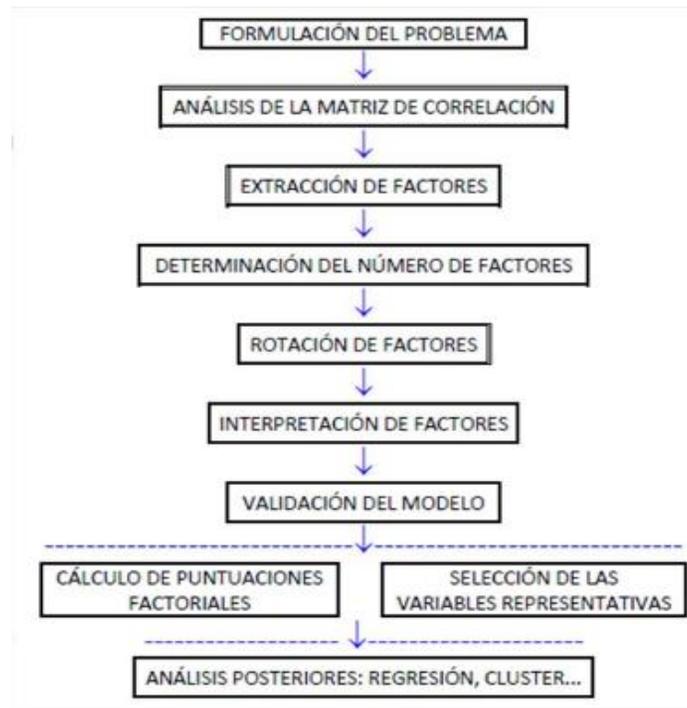


Ilustración 13, Esquema del análisis factorial (Fernández Ortega, 2015)

### Tipos de análisis factorial:

La empresa Plepso Investigación, C. A (2015) ayuda a definir los tipos de análisis:

- **Modelo factorial exploratorio:** Se usa para descubrir la estructura interna de un número relativamente grande de variables. La hipótesis es que pueden existir una serie de factores asociados a grupos de variables; es un tipo de análisis muy común.
- **Modelo factorial confirmatorio:** determina si el número de factores obtenidos y sus cargas se corresponden con los que cabría esperar a la luz de la teoría previa acerca de los datos. En la hipótesis existen factores preestablecidos y cada uno de estos está asociado con un determinado conjunto de variables. Este arroja un nivel de confianza para poder aceptar o rechazar dicha hipótesis. (Plepso Investigación, C. A, 2015)

Finalmente se busca realizar el análisis factorial a partir del análisis de componentes. Es vital la determinación de las pertinencias para el análisis factorial, para determinar si el uso del análisis factorial es adecuado:

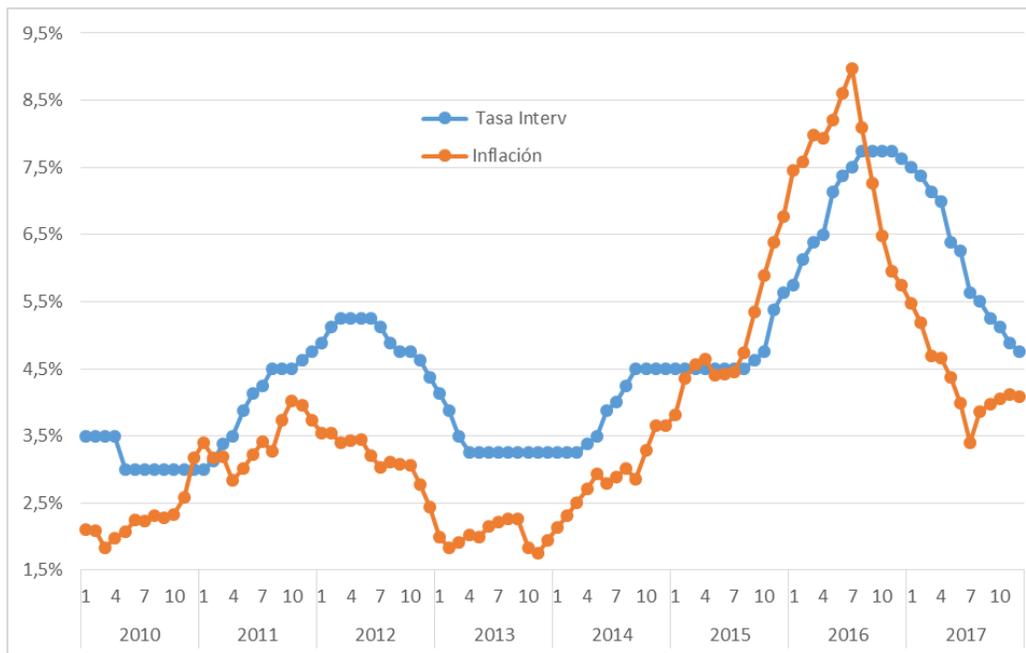
- **El determinante de la matriz de relaciones:** un determinante muy bajo indicará altas intercorrelaciones entre las variables, su tendencia a cero es buen indicador.
- **El test de esfericidad de Bartlett:** comprueba que la matriz de correlaciones se ajuste a la matriz de identidad es decir 1 en la diagonal y ceros por los lados dentro de la matriz.
- **El Índice KMO (Kaiser, Meyer, Olkin):** donde el índice 1, es ideal para el análisis.

Si las pertinencias indican que es aplicable para el análisis factorial es determinante para realizar este tipo de análisis.

## 1.4 HIPOTESIS

La hipótesis propuesta es que la inflación es determinante en el cálculo de la tasa de intervención; esta puede ser afectada aproximadamente 7 periodos antes de su determinación, sus efectos comienzan a perder fuerza en los periodos posteriores. Finalmente este modelo es de vital importancia para entender que cada intervención es una premisa para mantener balanceadas estas dos variables determinantes en la dinámica económica. Esta hipótesis se basa en el análisis gráfico de la *Ilustración 14*, en la cual se nota que hay una especie de respuesta de la tasa de intervención sobre periodos previos.

Posteriormente en la metodología se explica el origen de estos datos.



*Ilustración 14*, Tasa de intervención vs Inflación (2010-1 / 2017-12)

## 2. METODOLOGÍA

En el desarrollo de los objetivos de esta investigación se seguirá paso a paso cada proceso realizado hasta obtener el resultado pactado en los objetivos e intentar dar respuesta a la hipótesis planteada.

### 1. Determinación de la matriz de datos.

Este punto es fundamental, aquí se van a tomar dos variables a evaluar, cuya fuente es el Banco de la República y su big data y la DIAN.

**Tasa de Intervención:** Se toman los datos referidos entre el año 2010 y 2017 publicados por la Junta Directiva Banco de la República (2018) de manera diaria y realizando un tratamiento de datos en la cual se calcula el promedio mensual. Esto con el fin de realizar una comparación efectiva de manera mensual. En la Ilustración 15 se muestra el comportamiento de esta serie de datos.

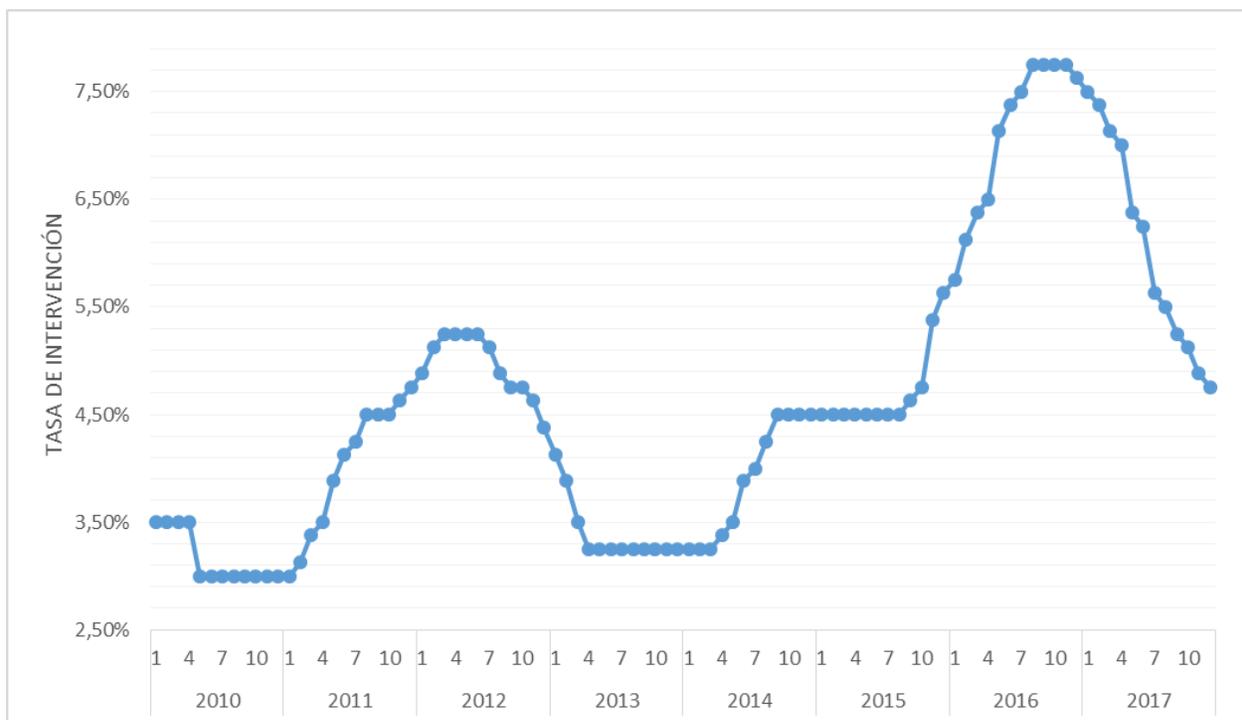
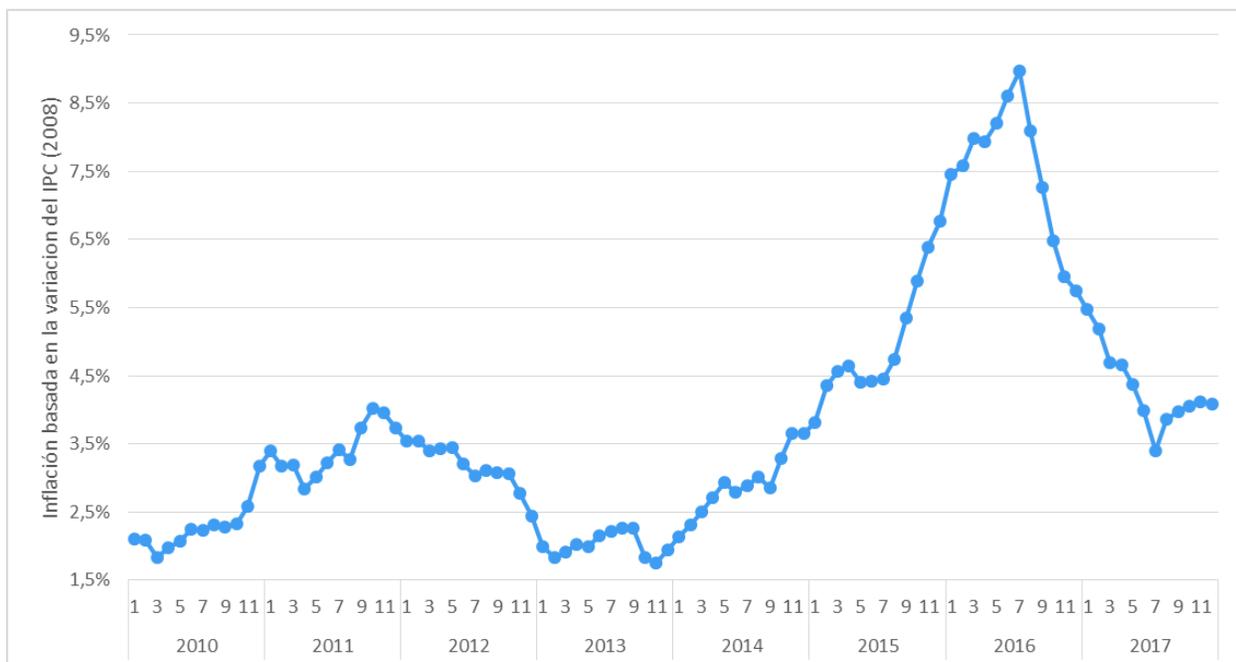


Ilustración 15, Grafica de la tasa de intervención promedio mensual 2010-1 a 2017-12

**Inflación general:** Igualmente será tomada entre 2010 y 2017 con los registros del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018b) y publicados por el Banco de la Republica con su respectivo tratamiento de datos (variación anual) explicada previamente.



*Ilustración 16, Grafica de la inflación mensual (2010-1 / 2017-12)*

Sin embargo para esta última se generarán 12 variables adicionales, siendo la misma, cada variable tendrá una definición de regresión, es decir la variable menos un periodo hasta completar 13 periodos. Para la última variable se considerará como la variable menos 13 periodos. Este proceso está diseñado para poder contemplar los niveles de impacto relacional sobre cada intervención y poder mostrarlo de forma estadística.

La matriz de datos estará conformada por una columna conformada por los periodos que parten desde la fila 2 el 2010-1 y finaliza en la línea 96 en 2017-12.

Hay dos conceptos a tener en cuenta en dicha matriz, se considera la matriz poblacional como el conjunto de datos relacionados por el Banco de la República desde el comienzo de su intervención. Sin embargo para este caso de estudio se considera esta selección como una muestra de esa población seleccionada de una manera no aleatoria. Esta es seleccionada por condiciones observables no siempre medibles dentro del proceso.

Se considera la elección de esta muestra de 2010 a 2017, por ser periodos donde los gobiernos se han mantenido muy estables en cuanto a políticas intervencionistas, y donde el país no ha sufrido cambios estructurales en sus leyes donde se marquen cambios bruscos en la política monetaria. También por ser periodos donde los procesos de globalización se han venido estabilizando y no han habido cambios negativos tan significativos que demarcan una desestabilización entre la gobernabilidad de los presidentes de dichos periodos.

## MATRIZ DE DATOS BIG DATA BANCO DE LA REPÚBLICA

### MUESTRA 2010 - 2017 (No Aleatoria)

Period	Tasa Interv.	Inflac. Mes	Inflac. Mes-1	Inflac. Mes-2	Inflac. Mes-3	Inflac. Mes-4	Inflac. Mes-5	Inflac. Mes-6	Inflac. Mes-7	Inflac. Mes-8	Inflac. Mes-9	Inflac. Mes-10	Inflac. Mes-11	Inflac. Mes-12
2010-1	3.50%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%	3.81%	4.77%	5.73%	6.14%	6.47%	7.18%
2010-2	3.50%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%	3.81%	4.77%	5.73%	6.14%	6.47%
2010-3	3.50%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%	3.81%	4.77%	5.73%	6.14%
2010-4	3.50%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%	3.81%	4.77%	5.73%
2010-5	3.00%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%	3.81%	4.77%
2010-6	3.00%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%	3.81%
2010-7	3.00%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%	3.28%
2010-8	3.00%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%	3.13%
2010-9	3.00%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%	3.21%
2010-10	3.00%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%	2.72%
2010-11	3.00%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%	2.37%
2010-12	3.00%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%	2.00%
2011-1	3.00%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%	2.10%
2011-2	3.13%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%	2.09%
2011-3	3.38%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%	1.84%
2011-4	3.50%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%	1.98%
2011-5	3.88%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%	2.07%
2011-6	4.13%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%	2.25%
2011-7	4.25%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%	2.24%
2011-8	4.50%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%	2.31%
2011-9	4.50%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%	2.28%
2011-10	4.50%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%	2.33%
2011-11	4.63%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%	2.59%
2011-12	4.75%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%	3.17%
2012-1	4.88%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%	3.40%
2012-2	5.13%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%	3.17%
2012-3	5.25%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%	3.19%
2012-4	5.25%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%	2.84%
2012-5	5.25%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%	3.02%
2012-6	5.25%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%	3.23%
2012-7	5.13%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%	3.42%
2012-8	4.88%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%	3.27%

*Tabla 1* Matriz de datos (Parte 1)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Period	Tasa Interv.	Inflac. Mes	Inflac. Mes-1	Inflac. Mes-2	Inflac. Mes-3	Inflac. Mes-4	Inflac. Mes-5	Inflac. Mes-6	Inflac. Mes-7	Inflac. Mes-8	Inflac. Mes-9	Inflac. Mes-10	Inflac. Mes-11	Inflac. Mes-12
2012-9	4.75%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%	3.73%
2012-10	4.75%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%	4.02%
2012-11	4.63%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%	3.96%
2012-12	4.38%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%	3.73%
2013-1	4.13%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%	3.54%
2013-2	3.88%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%	3.55%
2013-3	3.50%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%	3.40%
2013-4	3.25%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%	3.43%
2013-5	3.25%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%	3.44%
2013-6	3.25%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%	3.20%
2013-7	3.25%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%	3.03%
2013-8	3.25%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%	3.11%
2013-9	3.25%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%	3.08%
2013-10	3.25%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%	3.06%
2013-11	3.25%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%	2.77%
2013-12	3.25%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%	2.44%
2014-1	3.25%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%	2.00%
2014-2	3.25%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%	1.83%
2014-3	3.25%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%	1.91%
2014-4	3.38%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%	2.02%
2014-5	3.50%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%	2.00%
2014-6	3.88%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%	2.16%
2014-7	4.00%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%	2.22%
2014-8	4.25%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%	2.27%
2014-9	4.50%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%	2.27%
2014-10	4.50%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%	1.84%
2014-11	4.50%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%	1.76%
2014-12	4.50%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%	1.94%
2015-1	4.50%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%	2.13%
2015-2	4.50%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%	2.32%
2015-3	4.50%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%	2.51%
2015-4	4.50%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%	2.72%

Tabla 2, Matriz de datos (Parte 2)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

<b>Period</b>	<b>Tasa Interv.</b>	<b>Inflac. Mes</b>	<b>Inflac. Mes-1</b>	<b>Inflac. Mes-2</b>	<b>Inflac. Mes-3</b>	<b>Inflac. Mes-4</b>	<b>Inflac. Mes-5</b>	<b>Inflac. Mes-6</b>	<b>Inflac. Mes-7</b>	<b>Inflac. Mes-8</b>	<b>Inflac. Mes-9</b>	<b>Inflac. Mes-10</b>	<b>Inflac. Mes-11</b>	<b>Inflac. Mes-12</b>
2015-5	4.50%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%	2.93%
2015-6	4.50%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%	2.79%
2015-7	4.50%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%	2.89%
2015-8	4.50%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%	3.02%
2015-9	4.63%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%	2.86%
2015-10	4.75%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%	3.29%
2015-11	5.38%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%	3.65%
2015-12	5.63%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%	3.66%
2016-1	5.75%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%	3.82%
2016-2	6.13%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%	4.36%
2016-3	6.38%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%	4.56%
2016-4	6.50%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%	4.64%
2016-5	7.13%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%	4.41%
2016-6	7.38%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%	4.42%
2016-7	7.50%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%	4.46%
2016-8	7.75%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%	4.74%
2016-9	7.75%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%	5.35%
2016-10	7.75%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%	5.89%
2016-11	7.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%	6.39%
2016-12	7.63%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%	6.77%
2017-1	7.50%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%	7.45%
2017-2	7.38%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%	7.59%
2017-3	7.13%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%	7.98%
2017-4	7.00%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%	7.93%
2017-5	6.38%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%	8.20%
2017-6	6.25%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%	8.60%
2017-7	5.63%	3.40%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%	8.97%
2017-8	5.50%	3.87%	3.40%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%	8.10%
2017-9	5.25%	3.97%	3.87%	3.40%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%	7.27%
2017-10	5.13%	4.05%	3.97%	3.87%	3.40%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%	6.48%
2017-11	4.88%	4.12%	4.05%	3.97%	3.87%	3.40%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%	5.96%
2017-12	4.75%	4.09%	4.12%	4.05%	3.97%	3.87%	3.40%	3.99%	4.37%	4.66%	4.69%	5.18%	5.47%	5.75%

*Tabla 3* Matriz de datos (Parte 3)

Ahora se procede a definir el siguiente análisis como un análisis multivariable y factorial confirmatorio, puesto que no se parte de supuestos que se desconocen en la interacción de las variables, no es de naturaleza inductiva, más bien el análisis es de naturaleza deductivo puesto que ya se definió previamente los factores que definen el comportamiento de la variable de análisis en este caso la tasa de intervención y se busca contrastar estadísticamente con lo que ha sido observado previamente por expertos.

## 2. Análisis factorial multivariado:

Antes de comenzar con el análisis estadístico, se debe tener en cuenta que todos los cálculos se realizarán en Excel con el complemento previamente instalado llamado RealStatistics, más conocido como (R). Esta es una Herramienta o software estadístico con un plugin o complemento para Excel desarrollado por (Real Statistics Using Excel: © 2013-2018, Charles Zaiontz). Este complemento permite realizar análisis estadísticos de big data y realizar diferentes pruebas y controles.

### Cálculo de la matriz de correlación:

	Tasa Interv.	Inflac. Mes	Inflac. Mes -1	Inflac. Mes -2	Inflac. Mes -3	Inflac. Mes -4	Inflac. Mes -5	Inflac. Mes -6	Inflac. Mes -7	Inflac. Mes -8	Inflac. Mes -9	Inflac. Mes -10	Inflac. Mes -11	Inflac. Mes -12
Tasa Interv.	1,000	0,824	0,872	0,912	0,939	0,954	0,957	0,948	0,925	0,884	0,826	0,754	0,675	0,585
Inflac. Mes	0,824	1,000	0,985	0,955	0,916	0,869	0,818	0,762	0,699	0,627	0,546	0,460	0,371	0,280
Inflac. Mes -1	0,872	0,985	1,000	0,985	0,955	0,914	0,868	0,816	0,758	0,688	0,608	0,524	0,437	0,344
Inflac. Mes -2	0,912	0,955	0,985	1,000	0,985	0,954	0,913	0,868	0,813	0,749	0,673	0,590	0,505	0,413
Inflac. Mes -3	0,939	0,916	0,955	0,985	1,000	0,985	0,954	0,913	0,866	0,807	0,737	0,657	0,574	0,485
Inflac. Mes -4	0,954	0,869	0,914	0,954	0,985	1,000	0,985	0,954	0,913	0,862	0,798	0,726	0,646	0,559
Inflac. Mes -5	0,957	0,818	0,868	0,913	0,954	0,985	1,000	0,985	0,953	0,909	0,853	0,787	0,713	0,630
Inflac. Mes -6	0,948	0,762	0,816	0,868	0,913	0,954	0,985	1,000	0,985	0,951	0,902	0,844	0,778	0,701
Inflac. Mes -7	0,925	0,699	0,758	0,813	0,866	0,913	0,953	0,985	1,000	0,984	0,946	0,895	0,836	0,767
Inflac. Mes -8	0,884	0,627	0,688	0,749	0,807	0,862	0,909	0,951	0,984	1,000	0,983	0,944	0,893	0,832
Inflac. Mes -9	0,826	0,546	0,608	0,673	0,737	0,798	0,853	0,902	0,946	0,983	1,000	0,983	0,944	0,893
Inflac. Mes -10	0,754	0,460	0,524	0,590	0,657	0,726	0,787	0,844	0,895	0,944	0,983	1,000	0,983	0,945
Inflac. Mes -11	0,675	0,371	0,437	0,505	0,574	0,646	0,713	0,778	0,836	0,893	0,944	0,983	1,000	0,983
Inflac. Mes -12	0,585	0,280	0,344	0,413	0,485	0,559	0,630	0,701	0,767	0,832	0,893	0,945	0,983	1,000

Tabla 4 Matriz de correlación

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Se va a definir en esta matriz de correlación un valor mínimo de 0.9, es decir que todos los valores por encima de este y que además se acercan al valor 1 en el cruce de vectores están muy correlacionadas, están marcados con un color rojo claro ( ) dentro de la matriz. También se define un valor de 0.98 para denotar una altísima correlación, está marcado con un color amarillo ( ) dentro de la matriz. Y además el cruce del vector sobre sí mismo que siempre se indicará 1 con un color azul oscuro ( ).

Para este momento se indica las marcaciones explicativas técnicas y estadísticas, sin embargo en la presentación y discusión de los resultados se ampliará esto con observaciones reales económicas a partir de este resultado estadístico.

**Prueba KMO (Kaiser, Meyer, Olkin):**

Esta prueba va determinar la viabilidad del análisis factorial; este es un índice entre 0 y 1 donde cero significa es una supremacía de las cargas de correlación parcial sobre las cargas de correlación simple y el 1 significa que las cargas de correlación simple son superiores a las parciales. Para este caso se tomará valores superiores a 0.8 para validar que el análisis factorial es viable.

**ÍNDICE KMO**

Tasa Interv.	Inflac. Mes	Inflac. Mes -1	Inflac. Mes -2	Inflac. Mes -3	Inflac. Mes -4	Inflac. Mes -5	Inflac. Mes -6	Inflac. Mes -7	Inflac. Mes -8	Inflac. Mes -9	Inflac. Mes -10	Inflac. Mes -11	Inflac. Mes -12
0.99444	0.88605	0.85098	0.87768	0.90045	0.90798	0.89883	0.89423	0.89586	0.90154	0.89219	0.86557	0.83753	0.86714

*Tabla 5 Índice KMO*

Como se nota en esta matriz, todos los índices superan el 0.80, lo que indica que hay una alta viabilidad de realizar el análisis factorial. Iniciando desde los que más se acercan al índice 1 como el caso de la tasa de intervención y los demás que bajan su intensidad de color en la medida en que el índice va bajando. Sin dejar de ser todos muy buenos indicadores.

### Scree plot o gráfico de sedimentación:

Esta Prueba también es llamada varianza explicada, esta va mostrar cuáles componentes explican la mayor cantidad de varianza de la matriz analizada. Es decir las principales dimensiones.

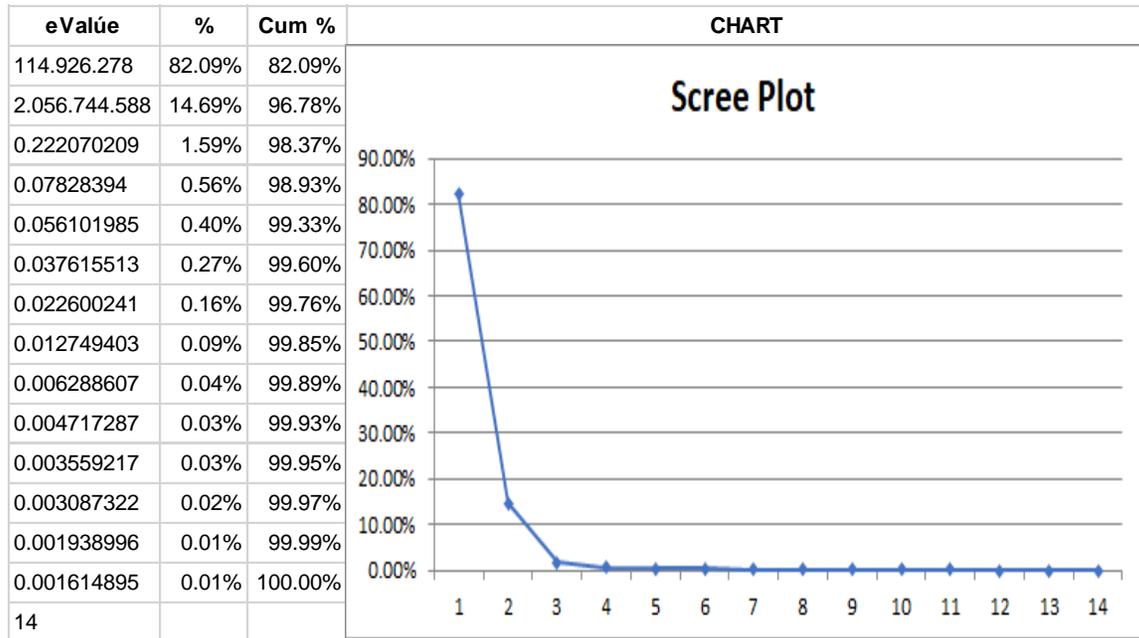


Tabla 6 Grafico de sedimentación

Esto muestra claramente que el análisis lo explican 14 dimensiones, sin embargo las 2 primeras dimensiones contienen el 96.78% de las varianzas explicativas del modelo. Las demás dimensiones alcanzan un punto de quiebre o estabilización donde ya no son relevantes dentro del modelo

Anteriormente se expuso que en el ACP se definen un nuevo conjunto de variables, combinación lineal de las originales, denominadas componentes (factores). Mediante esta definición, y su formalismo matricial, estos componentes se pueden considerar como unos nuevos ejes que representan la nube de puntos que forman las variables originales. Así la proyección de la nube de puntos sobre los componentes sirve para interpretar la relación entre las diferentes variables. Sin embargo, su interpretación, a veces, puede llegar a ser muy compleja, por lo que se puede recurrir a la rotación de los componentes (ejes).

Para el caso que se está analizando y teniendo en cuenta el anterior concepto se tienen dos matrices a continuación, la segunda es la rotación de la primera sobre la que se explican las relaciones. **matriz rotada de varianza de componentes**

Factor Matrix (unrotated)			Factor Matrix (rotated Varimax)	
Variable	1	2	1	2
Tasa Interv.	0.956114674	0.155222704	0.81617806	-0.521634674
Inflac. Mes	0.802531725	0.54044807	0.95848332	-0.132102241
Inflac. Mes -1	0.853368795	0.490063905	0.96279251	-0.203547344
Inflac. Mes -2	0.897850669	0.419808058	0.94911804	-0.285568866
Inflac. Mes -3	0.934057415	0.331376599	0.91715936	-0.375622706
Inflac. Mes -4	0.961384851	0.226506452	0.86762392	-0.472011381
Inflac. Mes -5	0.977261262	0.116344257	0.806025	-0.564711665
Inflac. Mes -6	0.982994977	0.000714717	0.733221001	-0.654726354
Inflac. Mes -7	0.976594384	-0.117502855	0.649646676	-0.73858155
Inflac. Mes -8	0.957105632	-0.240953125	0.552828081	-0.81761281
Inflac. Mes -9	0.921879725	-0.363532761	0.444859049	-0.88550478
Inflac. Mes -10	0.872460866	-0.473326554	0.334833273	-0.93440498
Inflac. Mes -11	0.811228344	-0.563551156	0.229046068	-0.96084298
Inflac. Mes -12	0.736932186	-0.635502555	0.125701779	-0.96495161
	114.926.278	2.056.744.588	7.299.808.878	6.249.563.505

*Tabla 7* Matriz rotada sin rotar de varianza de componentes

Aquí es de anotar que en la medida en que se aleja el rezago (Inflación - 1 periodo), tiene una menor afectación en la tasa de intervención o en este caso una varianza negativa. Claramente la matriz rotada de varianza de componentes muestra como aumentan los impactos de la inflación en la tasa de intervención en la medida en que se acerca la fecha de intervención. Y se puede ver como disminuyen estos impactos en la medida que se aleja después del 6 periodo de rezago. Se puede observar como la relación creciente de varianza en la dimensión 1 y una relación decreciente en la dimensión 2 con respecto a la varianza de valor 1.

Ahora es de notar gráficamente cómo los componentes de covarianza muestran claramente cómo se van reduciendo las covarianzas hasta desaparecer el nivel de influencias de la inflación al momento de intervención y a su vez linealmente van formando covarianzas inversas.

Es decir que la dimensión 1 me va mostrar una regresión positiva y la dimensión 2 negativa.

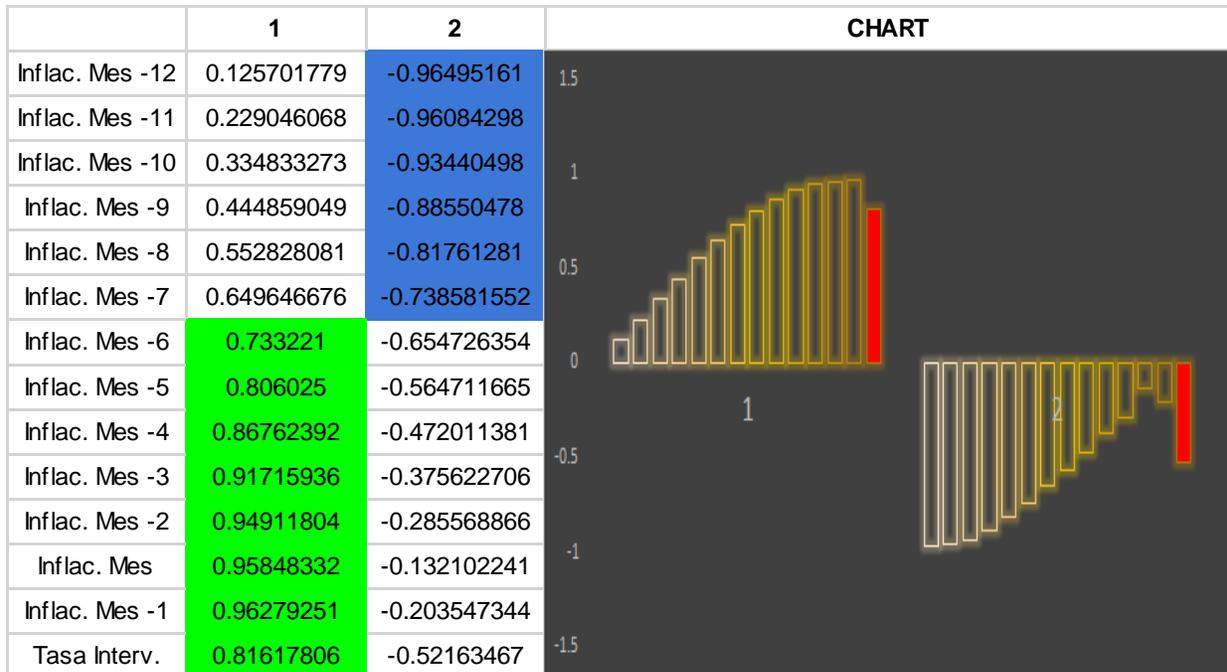


Tabla 8 Grafica de la matriz rotada de varianza de componentes

Son innumerables los análisis estadísticos y la aplicación de diferentes metodologías que podrían aplicarse a esta matriz y se podrán realizar diversas observaciones a los comportamientos económicos observados, sin embargo para el desarrollo de la hipótesis planteada, se desarrolla un modelo estadístico que confirma como la inflación tiene un nivel de influencia en la toma de decisiones del Banco de la República inclusive 12 periodos antes de su intervención, tal y como se explican en las simulaciones estadísticas.

Esto se debe a que incluso desde el punto de vista gráfico, es notable la creciente importancia de los rezagos de la inflación en periodos previos a la definición de la tasa de intervención, dando respuesta a la hipótesis y confirmando que existe una alta correlación entre la inflación y la tasa de intervención y acotando la importancia de sus rezagos a 7 periodos previos.

### 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### **Construcción y presentación de la muestra de datos:**

Para lograr el objetivo general de mostrar la incidencia de la inflación en la tasa de intervención del Banco de la República, se construye una muestra de dos variables entre el 2010 y 2017, La tasa de intervención y la Inflación. Para esta última y de acuerdo con la hipótesis, se genera una simulación en 12 escenarios que pudiera mostrar de qué manera podría influir la inflación de meses anteriores en dicha tasa de intervención, adicionalmente se puede notar que el indicador que medirá esto serían las covarianzas e interrelaciones y que en la medida en que se alejaba de la fecha de intervención estos índices bajarían aunque indicando que continúan correlacionados.

Esta muestra, es una muestra no aleatoria, es decir que no se calcula estadísticamente, es una muestra seleccionada por las observaciones realizadas y lógicas que se interpretan en medio de la política monetaria.

#### **Análisis estadístico:**

La matriz de correlación está mostrando como la correlación de la tasa de intervención se ve influenciada hasta 7 meses antes del proceso de intervención, por índices superiores al 0.9 esto indica cómo la política monetaria realiza grandes esfuerzos teniendo en cuenta los históricos para contener las inflaciones futuras. Así mismo se ve como después de los primeros 7 meses, la correlación pierde fuerza aunque sigue teniendo influencia.

Adicionalmente y aunque no es parte del objetivo, se pone en consideración a manera de observación como cada índice inflacionario está relacionado altamente con sí mismo y los 3 periodos anteriores es decir que cada índice del periodo ya está afectado por el índice inflacionario hasta de los tres meses anteriores al mismo, esto surge a partir que es una serie de tiempo y sus valores son calculados a base de la inflación del año anterior, los cuales están igualmente correlacionados.

Para ver esto de una manera más clara, fue necesario construir un análisis de componentes principales y poner estas variables en dimensiones que permitan ver más claramente si la hipótesis planteada puede ser válida y argumentada y matemáticamente, se muestra de forma lineal como crece y decrece la correlación en cada periodo de manera sistemática. Esto quiere decir que efectivamente el Banco de la República usa dentro de sus modelos herramientas de contención estadísticas para sus cálculos, es decir que matemáticamente es altamente predecible.

Se considera asimismo que las desviaciones que se encuentran en el modelo pueden obedecer a influencias en el modelo no observables o a consideraciones del banco procedentes de otras variables no tenidas en cuenta en este modelo.

Toda la simulación muestra que la hipótesis planteada en este documento es válida y pone a consideración una nueva hipótesis, la afectación de la tasa de intervención sobre la inflación. Esto implica que en futuros análisis estadísticos se podría hacer el inverso de este análisis y se cree que también sería un modelo de validación correcto que confirma que esta nueva hipótesis sea válida.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## 4. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

En este documento se ha realizado un análisis estadístico y uso de varias de las herramientas matemáticas. Se puede observar como en el ámbito económico y empresarial el uso de estas herramientas es mínimo, es mucho el avance matemático que está disponible para hacer altamente productivas y competitivas las compañías y todo el sector económico y este documento permitió evidenciar que con el uso de todos estos análisis se pueden tomar decisiones de manera más rápida y acertada e ir desmontando el modelo prueba y error que usualmente se usa de forma intuitiva pero que no es lo más eficiente ni económicamente viable. Este documento permite ver factores de intervención, simulaciones que pueden ser usados en diferentes ámbitos de investigación enriqueciendo más la competitividad y productividad del entorno económico.

Posterior a una extensiva investigación de datos, teoría económica y consideraciones de expertos; se ha concluido que la perspectiva más influyente respecto a la inflación es el estudio de sus rezagos y su relación con la tasa de intervención definida en el mes actual. Esto permite prever con anticipación y con una confianza estadística hasta que rezago es influyente la componente inflacionaria.

El uso del análisis multivariable es una técnica óptima para abarcar este tema debido a que permite analizar la relación de 2 series de tiempo y permite obtener resultados viables para el análisis, evitando los problemas asociados a las autocorrelaciones que impiden modelos de pronósticos tales como la regresión múltiple. Este análisis multivariable permite además acotar con confianza estadística la política monetaria, permitiendo observar la influencia de los diferentes rezagos en la inflación sobre las decisiones de la junta.

Respecto a la significancia de los rezagos de inflación, es importante notar que el banco no es prepotente frente a drásticos cambios en la inflación en periodos inmediatamente anteriores (Primer, segundo y tercer rezago), sino que toma en consideración el contexto inflacionario de los 7 meses previos para poder tener bases sólidas frente a la decisión de cambiar o mantener la tasa de intervención, acelerando o desacelerando la demanda de consumo en el país.

También se evidencia que la Republica de Colombia cuenta con un ente regulador que es el Banco de la República, que no juega al azar con sus indicadores ni hace sus intervenciones de forma aleatoria o sin perspectiva. Por el contrario, Colombia cuenta con un ente regulador altamente calificado que hace uso de todas las herramientas matemáticas y tiene en cuenta todo el entorno económico para mantener nuestra economía como una economía saludable.

En el desarrollo de todo el contexto, también se puede concluir la importancia de la intervención del Banco de la República. La globalización cada vez tiene más efectos en todo el entorno mundial y amplifica cada vez más sus efectos sobre los indicadores individuales de cada país, allí radica la importancia de ente regulador siendo catalizador de efectos nocivos globales sin control que puedan venir del exterior y afectar la salud económica de las naciones.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Banco de la República. (2013a). *Política Monetaria*. Obtenido de La estrategia de inflación objetivo en Colombia: <http://www.banrep.gov.co/es/politica-monetaria>
- Banco de la República. (2013b). *Política Monetaria*. Obtenido de ¿Por qué es importante tener una inflación baja y estable?: <http://www.banrep.gov.co/es/porque-es-importante-mantener-inflacion-baja-estable>
- Cuadras, C. M. (2007). *NUEVOS MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE*. Barcelona, España: CMC Editions.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (Abril de 2018a). *Índice de Precios al Consumidor -IPC- Base 2008*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (20 de Mayo de 2018b). *Índice de Precios al Consumidor -IPC- Históricos*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico>
- Dios, M. L. (2015). *Investigación y recogida de información de mercados: Identificación de variables de estudio y desarrollo del trabajo de campo* (Primera ed.). Ideas Propias Editorial. doi:8498395232
- Echavarría, J. J. (Abril de 2017). *Informe del Gerente General del Banco de la República*. Obtenido de Coyuntura de la economía colombiana: <http://www.banrep.gov.co/es/publicaciones/informe-del-gerente-abril-2017>
- Fernández Ortega, M. L. (2015). *Método para evaluar valores y cualidades*. Obtenido de Esquema del análisis factorial: <http://slideplayer.es/slide/4656722/14/images/10/Esquema+del+an%C3%A1lisis+factorial.jpg>
- Fernández, J. M. (2008). *Análisis multivariante*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Fotoselimagenes.net. (2015). *Imágenes de Análisis de componentes principales*. Obtenido de <http://www.fotoseimagenes.net/analisis-de-componentes-principales>
- <http://calculo.cc>. (s.f.). Ilustración 7. Obtenido de [http://calculo.cc/temas/temas\\_estadistica/binomial\\_normal/teoria/tipificacion.html](http://calculo.cc/temas/temas_estadistica/binomial_normal/teoria/tipificacion.html)
- International Monetary Fund. (31 de Octubre de 2006). *Glossary of selected financial terms*. Obtenido de <http://www.imf.org/external/np/exr/glossary/showTerm.asp>
- Junta Directiva Banco de la República. (30 de Abril de 2018 ). *Tasa de intervención de política monetaria del Banco de la República*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/tasas-intervencion-del-banco-republica/tasa-intervencion-politica-monetaria-del-banco-republica>

- Krauter, S. K. (2000). Oportunidades y riesgos de la globalización para Colombia. *Lecturas Financieras*. Obtenido de [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/theglobe.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/theglobe.pdf)
- Mimica, P. E. (2010). *Los Efectos de la Inflación en la Evaluación de Proyectos de Inversión*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: [https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/2/33602/Efectos\\_de\\_Inflacion.pdf](https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/2/33602/Efectos_de_Inflacion.pdf)
- Minitab Inc. (2017). *¿Qué es la matriz de varianzas-covarianzas?* Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/anova-statistics/what-is-the-variance-covariance-matrix/>
- Morales, J. A., & Sachs, J. (1987). *La crisis económica en Bolivia*. (U. C. Boliviana, Ed.) Obtenido de Instituto de Investigaciones Socio-Económicas: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/72927/1/62240573X.pdf>
- Ocampo, J. A. (2001). *Un futuro económico para Colombia*. Alfaomega.
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2012). Definición de Varianza. Obtenido de <https://definicion.de/varianza/>
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2018a). *Definición de covarianza*. Obtenido de [definicion.de: https://definicion.de/covarianza/](https://definicion.de/covarianza/)
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2018b). *Definición de correlación*. Obtenido de <https://definicion.de/correlacion/>
- Plepso Investigación, C. A. (4 de Agosto de 2015). *ANÁLISIS FACTORIAL E INVESTIGACIÓN DE MERCADO*. Obtenido de <https://plepso.blogspot.com.co/2015/08/analisis-factorial-e-investigacion-de.html>
- Portafolio. (20 de Noviembre de 2008). *¿Cómo afecta la tasa de interés de intervención del Banco de la República a la inflación?* Obtenido de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/afecta-tasa-interes-intervencion-banco-republica-inflacion-241002>
- Thurstone, L. (1935). *The vectors of mind: Multiple-factor analysis for the isolation of primary traits*. Chicago, IL, US: University of Chicago Press. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/10018-000>
- Vargas, A. (1 de Febrero de 2018). Econométrica: la inflación de enero alcanzó el 95,3%. *EL TIEMPO VENEZUELA*. doi:<http://eltiempo.com.ve/2018/02/01/econometrica-la-inflacion-de-enero-alcanzo-el-953/>
- The data analysis for this paper was generated using the Real Statistics Resource Pack software (Release 5.4). Copyright (2013 – 2018) Charles Zaiontz. [www.real-statistics.com](http://www.real-statistics.com)