

7
519.
SAL



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

**EL PROCESO INFLACIONARIO
EN EL ECUADOR**

T E S I S D E G R A D O

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ESTADISTICA INFORMATICA

Presentada por:

Javier Salazar Valle



GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2 0 0 0



AGRADECIMIENTO



A la biblioteca del Banco Central y a la biblioteca Municipal. A todos mis familiares y amigos quienes me ayudaron en todo momento.

Al Ing. Gaudencio Zurita, **Director** de Tesis por su paciente colaboración.

DEDICATORIA

ESPECIAL
CIB - ESPOL

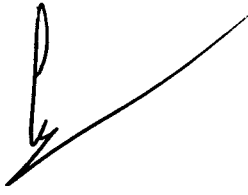
AMI MADRE

PRINCIPALMENTE.

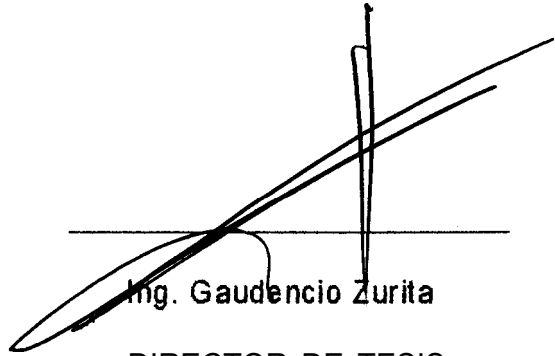
AMI PADRE.

AMI HERMANA.

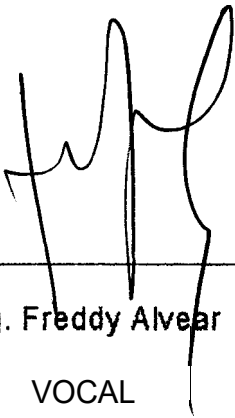
TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Félix Ramírez
DIRECTOR DEL ICM



Ing. Gaudencio Zurita
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Freddy Alvear
VOCAL

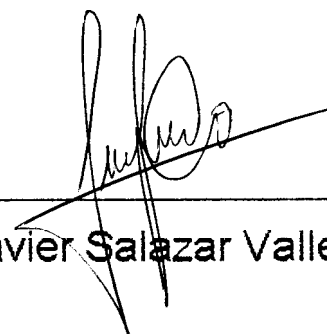
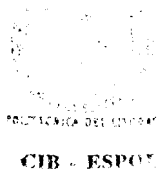


Mat. Fernando Sandoya
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Javier Salazar Valle

RESUMEN

En esta tesis se estudia la inflación de manera amplia, planteando inicialmente los conceptos económicos básicos alrededor de la misma, revisando la metodología seguida por el INEC para medirla, analizando los distintos procesos inflacionarios que han ocurrido en el Ecuador en este siglo. Se construye además un índice de precios que nos ayude a medir la inflación a principios de siglo, para lo cual se investigó precios de artículos de primera necesidad en varios diarios desde 1910 hasta 1923, abarcando con esto 14 años. A continuación se presenta la base teórica en que se fundamentan los resultados del análisis estadístico que se obtienen más adelante.

En el capítulo 3 se presenta el análisis univariado y multivariado tanto de la inflación como de otras series consideradas importantes: El producto interno bruto, la balanza comercial, el salario mínimo vital, la deuda externa, la reserva monetaria internacional, el tipo de cambio, la emisión monetaria y la tasa activa de interés. Finalmente, en el capítulo 4, se intenta modelar la inflación con el objetivo de obtener predicciones de valores futuros de esta serie.



INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE GRAFICOS	IV
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	VI
INTRODUCCION	1
I. LA INFLACIÓN EN EL ECUADOR	2
1.1 Conceptos preliminares	2
1.2 Medición de la inflación en el Ecuador	7
1.2.1 Números índices	7
1.2.2 Metodología del IPCU	12
1.3 Historia de la inflación en el Ecuador	17
1.3.1 La moneda ecuatoriana	18
1.3.2 La inflación antes del “Boom Petrolero”	24
1.3.3 La inflación durante y después del “Boom Petrolero”	30
1.4 Análisis de precios de principios del siglo XX	41

II. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS	47
2.1 Técnicas de análisis univariado	47
2.1.1 Conceptos básicos	48
2.1.2 Inferencia estadística	53
2.1.3 Estadística descriptiva	58
2.2 Técnicas de análisis multivariado	64
2.2.1 Matriz de covarianzas y correlación	64
2.2.2 Componentes principales	71
2.3 Técnicas de análisis de regresión	74
2.3.1 Regresión lineal simple	74
2.3.2 Regresión lineal múltiple	80
2.4 Modelos econométricos	84
2.4.1 Modelo ARCH(1)	84
2.4.2 Modelo GARCH(1,1)	89
III. ANÁLISIS UNIVARIADO Y MULTIVARIADO	92
3.1 Análisis de los datos de inflación	93
3.1.1 Estadística descriptiva de la inflación anual	96
3.2 Análisis univariado de otras series	100
3.2.1 Producto interno bruto	100
3.2.2 Tipo de cambio	105
3.2.3 Balanza comercial	110

3.2.4	Deuda externa	116
3.2.5	Salario mínimo vital	121
3.2.6	Reserva monetaria internacional	126
3.2.7	Emisión monetaria	131
3.2.8	Tasa de interés activa	136
3.3	Análisis multivariado	142
3.3.1	Matriz de correlaciones	143
3.3.2	Análisis de componentes principales	145
IV.	ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES Y REGRESIÓN	150
4.1	Análisis de series temporales	150
4.2	Análisis de modelos de regresión	165
4.2.1	Modelos de regresión lineal simple	165
4.2.2	Modelos de regresión lineal múltiple	172
4.3	Modelos ARCH y GARCH	174
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	182
ANEXOS		
BIBLIOGRAFIA		

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.1	Tipo de cambio en sucres por dólar 1884 a 1949	22
Gráfico 1.2	Ecuador: Índice de precios internos (1937-1951)	28
Gráfico 1.3	PIB ecuatoriano de 1970 a 1979	30
Gráfico 1.4	Ecuador: Deuda externa 1970- 1979	33
Gráfico 1.5	PIB ecuatoriano en millones de dólares 1980-1989	35
Gráfico 1.6	Variación porcentual del IPCU (1970-1999)	39
Gráfico 2.1	Ecuador: Histograma de frecuencias de la variación del IPCU	61
Gráfico 2.2	Ojiva y diagrama de cajas del tipo de cambio	62
Gráfico 2.3	Diagrama de cajas de la Reserva Monetaria Internacional Ecuatoriana (1969-1998)	63
Gráfico 3.1	Variación anual del IPCU en cada mes (1970-1999)	94
Gráfico 3.2	Histograma de frecuencias de la serie variación del IPCU	97
Gráfico 3.3	PIB en millones de dólares 1969-1998	100
Gráfico 3.4	Histograma de frecuencias del PIB (1969-1998)	103
Gráfico 3.5	Tipo de cambio (1969-1998)	106
Gráfico 3.6	Histograma de frecuencias del tipo de cambio (1969- 1998)	108
Gráfico 3.7	Balanza comercial (1969-1998)	110
Gráfico 3.8	Histograma de frecuencias de la balanza comercial (1969-1998)	113
Gráfico 3.9	Deuda externa ecuatoriana (1969-1998)	116
Gráfico 3.10	Histograma de la serie deuda externa (1969-1998)	119
Gráfico 3.11	Salario mínimo vital (1969-1998)	121
Gráfico 3.12	Histograma de frecuencias para el SMV (1969-1998)	123
Gráfico 3.13	Reserva monetaria internacional (1969-1998)	126
Gráfico 3.14	Histograma de frecuencias de la RMI	129
Gráfico 3.15	Ecuador: Emisión monetaria (1969-1998)	131
Gráfico 3.16	Histograma de frecuencias de la emisión monetaria	134
Gráfico 3.17	Serie temporal de la tasa activa	136
Gráfico 3.18	Histograma de las tasas de interés activa desde 1969 hasta 1998	138
Gráfico 3.19	Valores propios en componentes principales de datos estandarizados	149
Gráfico 4.1	Ecuador: Serie temporal de la variación del IPCU (1989- 1998)	151
Gráfico 4.2	Autocorrelaciones de la serie inflación	152
Gráfico 4.3	Autocorrelaciones parciales de la serie inflación	152
Gráfico 4.4	Serie inflación con una diferenciación estacionaria	153

Gráfico 4.5	Autocorrelaciones de la serie inflación con una diferenciación estacionaria	154
Gráfico 4.6	Autocorrelaciones parciales de la serie inflación diferenciada estacionariamente	155
Gráfico 4.7	SARIMA ₁₂ (1,1,0)(0,0,0)	159
Gráfico 4.3	SARIMA ₁₂ (1,1,1)(1,0,1)	160
Gráfico 4.9	SARIMA ₁₂ (1,1,1)(1,0,0)	162
Gráfico 4.10	SARIMA ₁₂ (0,1,1)(0,0,0)	163
Gráfico 4.11	Gráfico de probabilidad normal de los residuos en el modelo 1	167
Gráfico 4.12	Residuos contra valor estimado en el modelo 1	168
Gráfico 4.13	Gráfico de probabilidad normal de los residuos en el modelo 2	170
Gráfico 4.14	Residuos contra valor estimado en el modelo 2	171
Gráfico 4.15	Gráfico de probabilidad normal de los residuos en el modelo 3	173
Gráfico 4.16	Comparación de modelo vs. datos reales	178
Gráfico 4.17	GARCH (1,1) vs. Datos reales	180

INDICE DE TABLAS

Tabla I	Ponderaciones de subgrupos de la canasta básica	16
Tabla II	Periodicidad de recolección de precios de artículos de canasta básica	17
Tabla III	Tipo de cambio en sucres por dólar 1884-I 949	23
Tabla IV	importaciones ecuatorianas en libras esterlinas (19204924)	25
Tabla V	Índice de precios internos (1937-1951)	27
Tabla VI	Ecuador inflación promedio anual 1965 a 1969	29
Tabla VII	Monto final del PIB en millones de dólares (1970-1979)	31
Tabla VIII	Deuda externa 1970-1979	32
Tabla IX	Ecuador: PIE? 1980- 1989	35
Tabla X	Variación anual medida de diciembre a diciembre del IPCU (1970-1998)	40
Tabla XI	Ecuador: Inflación estimada desde 1910 hasta 1923	45
Tabla XII	Ecuador Variación anual del IPCU (1970-1999)	95
Tabla XIII	Producto Interno Eruto ecuatoriano en millones de dólares (1969- 1998)	102
Tabla XIV	Tipo de cambio en sucres por dólar americano (19694998)	107
Tabla XV	Balanza comercial en millones de dólares FOB (1969-1998)	111
Tabla XVI	Ecuador: Deuda externa en millones de dólares (1969-1998)	117
Tabla XVII	Ecuador: Salario mínimo vital (1969-1998)	122
Tabla XVIII	Reserva monetaria internacional del Ecuador en Millones de dólares (1969- 1998)	127
Tabla XIX	Monto de la emisión monetaria en millones de sucres desde 1969 hasta 1998	132
Tabla XX	Ecuador: Tasa activa de interés (1969-1998)	137
Tabla XXI	Ecuador: IPCU a diciembre de cada año (1969-1998)	142
Tabla XXII	Predicciones con el modelo SARIMA₁₂(1,1,0)(0,0,0)	158
Tabla XXIII	Predicciones con el modelo SARIMA₁₂(1,1,1)(1,0,1)	160
Tabla XXIV	Predicciones con el modelo SARIMA₁₂(1,1,1)(1,0,0)	161
Tabla XXV	Predicciones con el modelo SARIMA₁₂(0,1,1)(0,0,0)	163

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Ojiva y diagrama de cajas de la serie variación del IPCU	98
Figura 3.2	Ojiva y diagrama de cajas para el PIB (1969-1998)	104
Figura 3.3	Ojiva y diagrama de cajas del tipo de cambio (1969-1998)	109
Figura 3.4	Ojiva y diagrama de cajas de la serie balanza comercial	114
Figura 3.5	Ojiva y diagrama de cajas de la deuda externa	120
Figura 3.6	Ojiva y diagrama de cajas para el SMV (1969-1998)	125
Figura 3.7	Ojiva y diagrama de cajas de la RMI (1969-1998)	130
Figura 3.8	Ojiva y diagrama de cajas de la emisión monetaria (1969-1998)	135
Figura 3.9	Ojiva y diagrama de cajas de la tasa activa de interés	139

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo analizar **la** inflación en el Ecuador durante este siglo, que es uno de los problemas macroeconómicos que mayor trascendencia ha tenido en la vida de los ecuatorianos a través de la historia republicana.

En el desarrollo de esta tesis se observara además del análisis estadístico, una revisión de distintos procesos **inflacionarios** que se han dado **a** través de nuestra historia, y sobre todo en el presente siglo, destacándose entre estos los ocurridos en los **años 20** y luego del “boom petrolero”.

Se buscará también un modelo matemático que nos ayude **a** predecir el comportamiento de este fenómeno, pero sin olvidar que lo más probable es que estos resulten no idóneos, ya que si la **dolarización** se implanta y produce los resultados **macroeconómicos** esperados la **inflación** que tendremos será de un dígito, muy lejana a lo que estamos viviendo en la actualidad.



BANCO CENTRAL DEL ECUADOR
CIB - ESPOL

Capítulo 1

1. LA INFLACIÓN EN EL ECUADOR

En este capítulo se introducen los conceptos básicos alrededor de la inflación, se revisará la evolución de la inflación en este siglo, además se describirá la forma en que se mide la inflación en el Ecuador, **y** se construirán **índices** de precios para principios de siglo, buscando con estos estimar la inflación de la época referida.

1.1 Conceptos preliminares

El término “inflación” es muy frecuente en el lenguaje de una sociedad (sobre todo en una sociedad como **la** nuestra que se ve continuamente afectada por este fenómeno), y se lo asocia a la **variación** de los precios de bienes **y** servicios de uso común. Pero al tomar a la **inflación** únicamente como subida de precios, **estamos** restándole magnitud, ya que en realidad encierra mucho **más**, **y** de


ahí la necesidad de comenzar este trabajo presentando lo que se debe entender correctamente por **inflación**.

Si bien es cierto que al **término** inflación se le ha dado muchas definiciones, la más **generalizada** es la que sostiene que la inflación es la **variación** sostenida del **índice** de **precios** al **consumidor** (**IPC**) durante un tiempo determinado. Un **índice de precios al consumidor** es un indicador económico coyuntural que mide la evolución temporal de los precios en una **economía**. En realidad esta **definición** puede ser acusada de simplista, pero es lo suficientemente explicativa para tener una adecuada interpretación de lo que se debe entender por inflación.

Es importante anotar que en esta **definición** se han introducido dos aspectos importantes en la **concepción** de la inflación, el primero es el hecho de que consideramos no sólo la 'subida de precios, lo que se considera es el aumento de precios de varios bienes y servicios representados por un **índice** general de precios, el segundo es la temporalidad de este **fenómeno**, con lo que se aclara que la **inflación** no necesariamente es constante, y hay intervalos en **los** que el IPC se mantiene, y otros en los que inclusive puede llegar a bajar.

Pero la definición presentada no considera aspectos importantes como las causas que producen este fenómeno, es por esto que existe otro grupo de definiciones de inflación que la tratan de explicar, no solo desde el aspecto de en qué consiste, sino también desde el por qué de su origen. Dentro de este grupo, se ha considerado la siguiente definición, por ser bastante explicativa y ajustarse a la realidad nacional: “inflación es un **fenómeno** de aumento de los precios y de ~~los~~ costos vinculado a un desajuste entre: de una parte los actos, decisiones **y** previsiones, y de otra las reacciones y respuestas de una economía”.

Hemos indicado entonces aspectos relevantes, como el hecho de que se produce inflación por causas económicas muy variadas, que van desde el hecho de una demanda superior a ~~la~~ oferta de determinado bien o servicio, hasta la emisión **inorgánica**, esto es, emisión de papel moneda que no tenga el respaldo necesario en la reserva nacional. Otro hecho aquí presentado es el mencionar a las reacciones y respuestas de una economía, con lo que concebimos el hecho de que la subida de precios no sólo se da por una demanda mayor a la oferta, sino también por el hecho de que la economía no está lista para satisfacer esta demanda, **y** consecuentemente se elevan los precios.



Se hace necesaria una clasificación de la inflación en dos importantes grupos. Primero el que se genera al dar denominaciones a la inflación basándose en el porcentaje de variación del **IPC**, teniendo así tres formas de inflación que son reconocidas.

La **inflación rampante** es la primera de estas tres, se produce por los desequilibrios económicos normales que aún una economía saludable debe enfrentar, como son la búsqueda de los **dueños** de los factores de producción de mayores utilidades, el aumento de demanda provocado por el crecimiento poblacional, etc. Pero cuando la economía sufre de desequilibrios que provocan desconfianza en los grupos sociales, **y** las previsiones y expectativas de los agentes económicos coinciden con esta desconfianza se genera una **inflación abierta**. La **hiperinflación** es el siguiente paso en el proceso inflacionario que mantiene un prolongado periodo inflación abierta, agravada por la especulación que provoca incrementos de precios de un momento a otro.

En realidad es difícil establecer porcentajes que nos indiquen cuándo una economía se **encuentra** en alguno de estos tres estados, pero los síntomas que se presentan sí nos permiten

determinar cuál de estas situaciones vive la sociedad. Nuestro **país** en la actualidad vive una inflación abierta, pero en los primeros días del año **2000** se presentaron algunos **síntomas** que **podrían** haber desencadenado una **hiperinflación**. Este proceso se detuvo, gracias al anuncio de que la economía ecuatoriana se acogería a la **dolarización**, con lo que el pueblo recobró la confianza en que su poder adquisitivo no seguiría deteriorándose, y **así**, si bien es cierto que la inflación de enero del **2000** fue superior al 14% mensual, se espera que baje y se estabilice, al menos hasta el temido anuncio de la **eliminación** de algunos subsidios por parte del gobierno.

El otro grupo es el que se da cuando las teorías económicas exponen los motivos por los que se genera la **inflación**. Dentro de esto tenemos varios tipos, pero citaremos únicamente los 2 más importantes. **Inflación de demanda**, que se provoca cuando existe un exceso de la demanda global respecto de la oferta global. Esta es la formulación que propone la escuela clásica. **Inflación de costos**, que se genera cuando los componentes de los costos, como son salarios, intereses del dinero, materia prima, etc., experimentan a su vez un alza cuyas causas son inicialmente autónomas y repercuten luego en los **precios**. Esta **teoría** es respaldada por la escuela keynesiana.

Cabe mencionar al **fenómeno** contrario a la inflación: la **deflación**, que no es otra cosa que el decremento del IPC. Se puede pensar que la deflación significa estabilidad económica, pero esto es ajeno a la realidad, ya que puede generarse por un fenómeno de recesión **económica**.

1.2 Medición de la Inflación en el Ecuador

En el Ecuador el organismo **oficial** encargado de **medir** las variaciones del IPC es el Instituto Nacional de **Estadísticas** y Censos (**INEC**), creado el 27 de abril de 1976 mediante el decreto supremo No. 323, siendo el **INEC** una de las partes que conforman el Sistema Estadístico Nacional.

1.2.1 Números índices

Los números **índices** son sucesiones de números referidos a una base, que se las utiliza para medir la **variación** en el tiempo de un precio o una cantidad. El número **índice** vale **100** en la base. Los números **índices** son simples cuando la canasta está compuesta de un solo bien o servicio. Los números **índices** compuestos son aquellos cuya canasta se compone de 2 o **más** bienes o servicios. El IPC es una **sucesión de números índices compuestos**, y se calcula como una medida o promedio ponderado relativo de precios,

usando ponderaciones fijas correspondientes al periodo base. Uno de los métodos para este **cálculo** es el que utiliza la fórmula de Las Peyres.

El índice de Las Peyres puede interpretarse como la relación entre el valor que se obtiene al comprar a precios actuales la misma cantidad de artículos de bienes y servicios del periodo base, y el valor de esos mismos artículos **en** el periodo base.

La fórmula utilizada para determinar el **índice** de Las Peyres, es la siguiente:

$$I_n = \frac{\sum P_n Q_0}{\sum P_0 Q_0} * 100$$

Donde el signo de sumatoria indica la representación de los N artículos que forman la canasta, y además:

I_n = Valor del **índice** en el periodo dado "n"

P_n = El precio promedio de un artículo en el periodo dado "n"

P_0 = El precio promedio de un artículo en el periodo base, o inicial

Q_0 = La cantidad de un artículo en el periodo base, o inicial



La inflación en el periodo n , se mide por la variación porcentual de I_n con respecto de I_{n-1} . Se lo puede representar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Inflación} = \frac{I_n - I_{n-1}}{I_{n-1}} \times 100\%$$

Supongamos una canasta compuesta por 3 artículos: azúcar, pan y leche, con los siguientes precios y cantidades:

	1994		1995		1996	
	Precio	Cantidad	Precio	Cantidad	Precio	Cantidad
Azúcar	120	1 lb.	135	1.2 lbs.	150	1.4 lbs.
Pan	400	1.5 panes	420	1.5 panes	620	2 panes
Leche	300	1.2 lts.	400	1.3 lts.	800	1.5 lts.

Tomando como "año base" a 1994, calculamos los correspondientes números índices con el método de las Peyres:

$$I_{94} = \frac{120 * 1 + 400 * 1.5 + 300 * 1.2}{120 * 1 + 400 * 1.5 + 300 * 1.2} * 100 = 100$$

$$I_{95} = \frac{135 * 1 + 420 * 1.5 + 400 * 1.2}{120 * 1 + 400 * 1.5 + 300 * 1.2} * 100 = 115.2$$

$$I_{96} = \frac{150 * 1 + 620 * 1.5 + 800 * 1.2}{120 * 1 + 400 * 1.5 + 300 * 1.2} * 100 = 188.9$$

Considerando esta canasta, la inflación anual, medida por la variación anual del **índice** en el **año** 1996 se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{I_{96} - I_{95}}{I_{95}} * 100\% = \frac{188.9 - 115.2}{115.2} * 100\% = 15.2\%$$

La fórmula que el INEC utiliza es la que viene dada por:

$$I_n = \frac{\sum \frac{P_n}{P_{n-1}} * P_{n-1}Q_0}{\sum P_0Q_0} * 100$$

Donde los **términos** adicionales a la fórmula anterior representan:

P_{n-1} = Precio promedio de un artículo en el mes inmediato anterior al mes dado "n"

$P_{n-1}Q_0$ = Costo del artículo en el período "n-1"

P_0Q_0 = Costo del artículo en el periodo base "0"

$\frac{P_n}{P_{n-1}}$ indica las variaciones relativas que se producen en los precios

de un determinado artículo **en** un mes dado "n" con respecto a su inmediato anterior " P_{n-1} ". Si se multiplica el denominado costo del artículo en el período " P_{n-1} " por la variación del precio del artículo en el periodo "n", o sea, por su correspondiente relativo, se obtiene el

nuevo costo. De esta forma el nuevo costo para cada artículo se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_n Q_0 = \frac{P_n}{P_{n-1}} * P_{n-1} Q_0$$

Si dividimos este resultado para el costo en la base $P_0 Q_0$, se obtiene el **índice** del artículo.

Podemos entonces agrupar a los artículos por los respectivos grupos, subgrupos **y** a nivel general. Obtenemos así **la** fórmula de las Peyres transformada que viene dada por:

$$\frac{\sum P_n Q_0}{\sum P_0 Q_0} = \frac{\sum \frac{P_n}{P_{n-1}} * P_{n-1} Q_0}{\sum P_0 Q_0}$$

Al multiplicar en esta ecuación los costos del período anterior con el relativo de precios del mes corriente se obtienen los nuevos costos que han de servir **como** base para el cálculo del **índice** del mes corriente y **así** sucesivamente para el cálculo de los meses sucesivos. La fórmula de la las Peyres transformada permite el cálculo de un **índice** en cadena que facilita las sustituciones de fuentes de **información** o de especificaciones de **artículos** de la canasta, manteniendo la continuidad de la serie de los **índices**.

En efecto, dicha fórmula compara los precios corrientes con las del período que precede, **permitiendo** en esta forma mantener una

comparación de precios homogéneos, aún cuando la **especificación** de un artículo se modifique o se cambien las fuentes de información. En la fórmula original de las Peyres debe mantenerse la misma fuente de **información** y los mismos artículos para comparar el costo del artículo en el mes corriente con el costo del artículo en el período base.

í.2.2 Metodología del IPCU

El proceso que sigue el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos) para medir la inflación es determinar la variación del **índice** de precios al consumidor del área urbana (**IPCU**), que se establece mediante el **índice** de Las Peyres. Este indicador lo elabora el INEC desde 1930, y su cobertura demográfica alcanza estadísticamente al área urbana nacional.

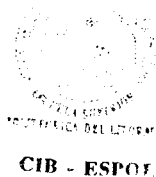
El **IPCU** se estableció en 1968 y consideró las ciudades Quito y Guayaquil, tomando como **año** base a 1965 para Quito y 1967 para la ciudad de Guayaquil. A partir de agosto de 1969 se incorpora la **ciudad** de Cuenca, y se unifica el período base para **las** tres ciudades siendo este de agosto de 1968 a julio de 1969 = 100. Esta serie se mantuvo **vigente** hasta octubre de 1980, ya que entonces se estableció el IPCU con base en mayo de 1978 a abril

de 1979 = 100, y se amplió la investigación a otras 9 ciudades: Babahoyo, Esmeraldas, **Machala**, Manta y Portoviejo en la Costa y Ambato, Latacunga, Loja y Riobamba en la Sierra.

La serie vigente en la actualidad tiene como base el periodo septiembre 1994 a agosto 1995 = 100, y considera para la investigación del IPCU a las mismas ciudades investigadas para obtener el índice con periodo base en mayo de 1978 a abril de 1979, excepto Babahoyo que fue reemplazada por Quevedo, tomando en cuenta que el comportamiento de los precios en Babahoyo es similar al comportamiento de los precios en Guayaquil.

Con el IPCU se mide la variación de los promedios ponderados de los precios de los cuatro grupos de bienes y servicios de mayor consumo y utilización por parte de los hogares urbanos de medios y bajos ingresos. Estos cuatro grupos son:

1. Alimentos y bebidas
2. Vivienda
3. Indumentaria
4. **Misceláneos**



Pero para determinar qué productos se incluyen en cada uno de estos grupos, es necesario haber realizado previamente una encuesta de hogares del tipo: ingresos y gastos, o también denominada de presupuestos familiares. Esta es una encuesta que investiga varios aspectos de las familias ecuatorianas de nivel socioeconómico medio y bajo, como los ingresos y los gastos en forma detallada, características demográficas, educacionales y ocupacionales de sus miembros.

Al **término** de esta encuesta se elabora la canasta familiar **básica**, y se determina la ponderación de cada producto dentro de la mencionada canasta. La encuesta más reciente se la realizó a 11.232 familias, desde septiembre de 1994 hasta agosto de 1995. La canasta familiar básica del IPCU se conforma por aquellos bienes y servicios a cuyo pago los hogares de los estratos medios y bajos del área urbana del país destinan aproximadamente un 90% de sus gastos.

En la determinación del IPCU se considera como la unidad de **investigación** al bien o servicio incluido en la canasta del IPCU, cuyo precio es obtenido a través de la compra u obteniendo la información de los establecimientos **económicos** o los hogares. El

universo de **investigación** es el conjunto de bienes y **servicios** que consumen los hogares del área urbana de ingresos medios y bajos del país. La canasta actual se conforma de 197 artículos. Dentro de cada grupo existen varios subgrupos. En **la Tabla I** se presentan los subgrupos y la cantidad de **artículos** en cada subgrupo, **así** como también las ponderaciones de cada subgrupo.

El cálculo **del IPCU** tiene una periodicidad mensual, aunque no todos los artículos que conforman la canasta son investigados con esta frecuencia. Así los **artículos** que conforman el grupo de alimentos y bebidas se **los** investiga semanal, quincenal y mensualmente, ya que son estos artículos los que con mayor frecuencia presentan notables variaciones. Se investiga el precio de los artículos que conforman este grupo y que son los de mayor expendio, **comprándolos** en los lugares más concurridos por los consumidores de ingresos medios y bajos. El precio del resto de **artículos** que conforman la canasta se investigan en establecimientos informantes previamente contactados para que colaboren con la **investigación**. El procesamiento de los datos se realiza computacionalmente, previo a una digitación de dichos datos. Así se obtiene finalmente los **índices** y variaciones. La

periodicidad y modalidad de recolección de los precios se presenta en la **Tabla II**

Tabla I

Ponderaciones de subgrupos de la canasta básica

(Vigente desde 1997)

Subgrupos	Ponderación	No. de artículos
Alimentos, bebidas y tabacos	32.1%	77
Vestido y calzado	11.2%	37
Alquiler, agua electricidad, gas y otros	11.7%	4
Muebles, equipamiento y mantenimiento de la vivienda	6.8%	29
Salud	3.4%	4
Transporte	9.8%	8
Esparcimiento y cultura	3.7%	11
Educación	4.8%	8
Hoteles, cafeterías y restaurantes	11.9%	5
Bienes y servicios misceláneos	4.6%	14

Fuente: Serie histórica 1968-1996, INEC.

El INEC difunde cada mes el boletín **"Índice de precios al Consumidor Urbano"**, en el que se publican series mensuales para los **índices**: nacional, por regiones, por ciudades, por grupo de bienes y servicios y por subgrupos de bienes y servicios, y también

series mensuales para las variaciones de índices con respecto al mes anterior, anuales, y en lo que va del año.

Tabla II

Periodicidad de recolección de precios de artículos de canasta básica

Periodicidad	Modalidad	Número de artículos y subgrupo al que pertenecen
Semanal	Compra	7 del grupo de alimentos y bebidas
Quincenal	Compra	43 del grupo de alimentos y bebidas
Mensual	Consulta	30 del grupo de alimentos y bebidas
		30 del grupo vivienda, excepto alquiler
		40 del grupo indumentaria
		39 del grupo misceláneos excepto el subgrupo educación
Semestral	Consulta	1 que es alquiler
Especial	Consulta	7 que son del subgrupo educación
Total		197

Fuente: *Serie histórica 1968 – 1996, INEC.*

1.3 Historia de la inflación en el Ecuador

En esta sección se presenta un repaso histórico de cómo ha evolucionado la inflación en nuestro país, en especial lo ocurrido durante el “boom petrolero” y en los años 90.

í.3.1 **La moneda ecuatoriana**

En la naciente **época** colonial, las monedas de oro **y** plata **españolas** eran escasas, por **lo** que pronto se adoptaron formas locales de efectuar los pagos, es así que se entregaba polvo de oro o pasta de plata con el mismo peso de las respectivas monedas **españolas**. Esta situación se dió hasta que en **Riobamba** se creó en 1803 una 'Casa de Fundición", en la que se transformaba el metal y se creaban **pequeñas** barras: que pronto fueron aceptadas como forma de pago.

Luego de la independencia de Guayaquil en 1820 se introdujeron al Ecuador las monedas metálicas colombianas **y** peruanas. Pero surgió el problema de que su valor en metal era mayor a su valor monetario, es decir que en extranjero se pagaba un valor mayor por el metal con el que se confeccionaban estas monedas, que el valor que representaban para la economía local, por lo que pronto se comenzó su **exportación**, creando escasez de monedas para las transacciones de poco valor monetario. Todo esto obligó al gobierno nacional a emitir a finales de 1830 los llamados "**Billetes de Crédito**" de "un Peso" de valor, **y** dividido en ocho reales. Para crear confianza en el mercado se aceptaban estos billetes hasta por

el 50% del pago de derechos de importación en la aduana de Guayaquil.

En 1831 se dictó la primera "Ley de Monedas" en el Ecuador, en la que se especificaba los pesos que debían tener el "Peso de Oro" y el "Real de Plata", que eran de 1.6915 y 3.383 gramos respectivamente. El tipo de cambio con que se cotizaba la nueva moneda fue de 4.95 Pesos de Oro por cada Libra Esterlina. Luego en 1838 se importaron considerables cantidades de monedas de plata desde Colombia y Bolivia, y en años posteriores se las perforó para evitar su exportación como ya había sucedido. En esta época se inicia la falsificación a gran escala de todas las monedas de plata en circulación, y a estas monedas falsificadas se las denominó de "mala ley".

Entre 1859 y 1862, el gobierno autorizó al "Sanco Particular de Luzarraga", de la ciudad de Guayaquil, la emisión de 300.000 pesos en billetes de banco con la particularidad de ser inconvertibles, es decir que con ellos se podía realizar transacciones comerciales, pero no se podía adquirir con ellos libras esterlinas o dólares (siempre que hablemos de dólares nos referimos a la moneda oficial de los Estados Unidos a menos que se indique lo contrario), ya que

no era la moneda oficial del Ecuador. Al “Banco Particular de Descuento y Circulación” **también** se autorizó la **emisión de** 600.000 pesos en **billetes** también inconvertibles.

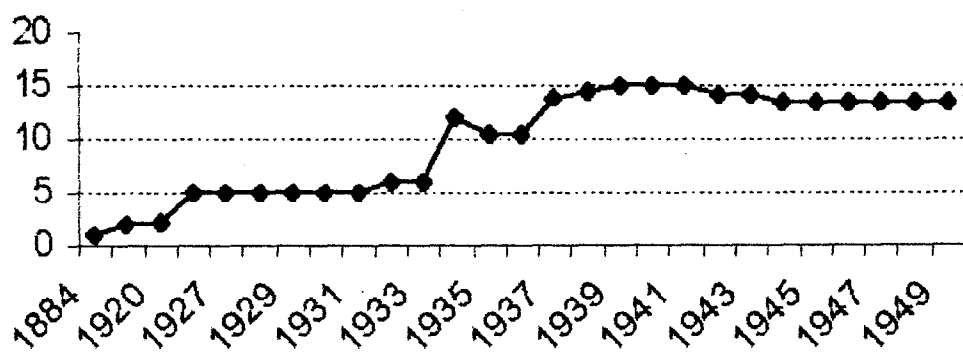
Luego en 1868 se estableció en Quito el “Banco del Ecuador”, entidad que entre 1869 y 1870 prestó al gobierno un total de 1'800.000 pesos para retirar de circulación los billetes inconvertibles y **monedas** de “*plata perforadas*” o de “*mala ley*”. La ley **exigía** bajos porcentajes **de** reserva metálica para la emisión de papel moneda, con lo que rápidamente aumentó el total de billetes en circulación, esto provocó en corto plazo una alta de precios, una balanza **de** pagos negativa y depreciación de la moneda.

En 1884 se dictó una nueva “Ley de **Monedas**” con la que **hace** su aparición el Sucre fraccionado en cien centavos. En su nacimiento tuvo un tipo de cambio de **S/.** 1.04 por Dólar y **S/.** 5.04 por Libra Esterlina. La crisis internacional **de** la plata iniciada en 1892 provocó una depreciación en el valor comercial **del Sucre de** plata, lo que provocó la primera depreciación de la actual moneda, **que** se fijó en **Sl.** 10 por Libra Esterlina, casi el doble de su valor inicial. En 1898 se dicta la nueva Ley de Monedas, mediante la cual **el** Sucre se acoge al Patrón Oro que regía en el comercio mundial, la paridad

de nuestra moneda fue entonces de Sl. 10 por Libra Esterlina y S/. 2,05 por Dólar. Este “Patrón Oro” duró 18 años, desde el primero de enero de 1900 hasta el 31 de diciembre de 1917. Luego las pestes del cacao y la depresión internacional de la postguerra elevaron el tipo de cambio de S/. 3,45 por Dólar en 1921 a Sl. 5,05 por Dólar en 1926. Esto llevó a que en 1927 se dicte una nueva Ley de Monedas que estableció nuestro nuevo Patrón Oro con paridad de S/. 5 por Dólar. En este mismo año se crea el Banco Central del Ecuador. La gran depresión internacional de 1929 a 1932 obligó al Ecuador a suspender el “Patrón Oro” en Febrero de 1932. Finalmente la Ley Orgánica del Banco Central del Ecuador dictada en diciembre de 1937, Fue derogada y sustituida por la actual Ley de Régimen Monetario, promulgada en el registro oficial el 13 de Mayo de 1948.

Cabe comentar que el Sucre ha sido una moneda relativamente estable en hasta los primeros 50 años del siglo XX, como se aprecia en la *Tabla III* así como en el **Gráfico** 7.7, pero que las circunstancias y los continuos desaciertos en el manejo de nuestra economía condujeron a una acelerada devaluación del sucre, obligando a acoger al dólar como la moneda oficial del Ecuador.

Gráfico 1.1
Tipo de cambio en sucres por dólar
1884 a 1949



Fuente: *Historia monetaria y cambiaria del Ecuador*, Luis Alberto Carbo

Tabla III**Tipo de cambio en sucres por dólar 1884 - 1949**

Año	Sucres por Dólar	Variación anual
1884	1.04	
1898	2.05	97.12%
1920	2.20	7.32%
1921	5.05	129.55%
1927	5.00	-0.99%
1928	5.02	0.4%
1929	5.06	0.8%
1930	5.05	-0.2%
1931	5.06	0.2%
1932	6.00	18.58%
1933	6.00	0%
1934	12.00	100%
1935	10.50	-12.5%
1936	10.50	0%
1937	13.80	31.4wq3
1938	14.40	4.35%
1939	15.00	4.17%
1940	15.00	0%
1941	15.00	0%
1942	14.10	-6%
1943	14.10	0%
1944	13.50	-4.26%
1945	13.50	0%
1946	13.50	0%
1947	13.50	0%
1948	13.50	0%
1949	13.50	0%

Fuente: *Historia Monetaria y Cambiaria del Ecuador*, Luis Alberto Carbo.

1.3.2 La Inflación antes del “Boom Petrolero”

La primera guerra mundial fue responsable de un periodo de inestabilidad económica mundial, que tuvo gran **repercusión** en nuestro país, ya que hizo caer el precio de la “Pepa de Cacao” en la Bolsa de Nueva York de \$0.2675 la libra en 1920 a \$0.0575 la libra en 1921. Este producto era considerado seguro, es decir que se pensaba que su precio en el mercado internacional no bajaría, por lo que el Ecuador se hizo dependiente de **las** exportaciones de cacao para obtener ingresos, a tal punto que en 1914 **llegó** a significar más de las dos terceras partes de todas las exportaciones nacionales.

En realidad este error es histórico, ya que del cacao pasamos al café, del café al banano, del banano al **petróleo**, y actualmente, junto con el petróleo, se obtienen grandes ingresos gracias a la exportación del camarón, pero nunca hemos dejado de ser dependientes en gran medida de un solo producto para nivelar la balanza comercial.

A esto se le **sumó** la llegada de la “Escoba de Brujas” en 1922, una **plaga** que enfermaba **la** planta de cacao hasta matarla. Bajo este escenario se produce **la** primera gran devaluación de nuestra

moneda que pasó de su estable precio de *S/.* 2.20 por Dólar en 1920 a *S/.* 5.21 por Dólar en 1923, provocando una escalada inflacionaria, ya que varios productos de primera necesidad eran importados, como se muestra en la **Tabla IV**, donde se muestra el total de importaciones realizadas por el Ecuador, de artículos de primera necesidad, con los montos expresados en libras esterlinas (se calcula el tipo de cambio a *S/.* 10 por libra esterlina).

Tabla IV

Importaciones ecuatorianas en libras esterlinas (1920-1924)

Artículos	1920	1921	1922	1923	1924		
Libros impresos y papelería	14985	13117	10883	7346	6177		
Botas y zapatos	121256	31978	32542	34911	64056		
Cemento, piedras, etc.	28239	43550	29184	27129	40626		
Legumbres	15429	12997	11056	7454	10599		
Minerales y combustibles	79861	109818	64729	71037	90419		
Maquinarias y aparatos	224735	226334	209576	186654	236823		
Drogas y productos químicos	131758	110635	99891	80942	91149		
Vehículos	141780	48699	47224	72504	146951		
Papel y otros varios	1'308935	122684	607103	91916	594100	81437	
				510094	60627	788906	70568

Fuente: *El Ecuador en la época Cacaotera*. Lois Crawford de Roberts

Esto afectó principalmente a los obreros, provocando así, que movimientos obreros tan distintos como los caucheros, los cacaoteros y los trabajadores de la Empresa Eléctrica se unan y

den a conocer al pueblo como eran afectados por el manejo económico del gobierno que era favorable a los banqueros, tal como sucede en la actualidad (1999), ya que se les permitía emitir dinero sin el debido respaldo metálico. La situación llegó al trágico suceso del 15 de noviembre de 1922 cuando la huelga general de Guayaquil fue reprimida con la masacre de 1500 hombres, mujeres y niños por parte del ejército, época en la que era presidente el liberal José Luis Tamayo.

Después de todos estos acontecimientos se vivió una aparente calma económica, hasta 1932 que es cuando se elimina el “Patrón Oro”, como consecuencia de la gran depresión internacional. El Congreso Nacional, así como el ejecutivo, dictan una serie de decretos de emergencia que produjeron resultados muy desfavorables que se reflejan en el hecho de que entre el 31 de diciembre de 1933 y la misma fecha de 1937 el Índice de Precios se elevó de 96.3 a 160.6, es decir una inflación del 40% en 4 años, así también el sucre se devaluó de S/. 6 a S/.13.8 por dólar, que para aquella época eran cifras de gran magnitud. Desde 1938 hasta 1939 rige un control de importaciones junto a un mercado libre para el tipo de cambio, llegando a mantenerse en S/. 14.4 por dólar. En abril de 1940 se abandona el estricto control de las importaciones y

el sucre se devalúa a más de S/. 20 por Dólar en mayo del mismo año. Al mes siguiente se establece un control de cambios, importaciones y exportaciones. Esta medida junto con el aumento de nuestras exportaciones debido a la segunda guerra mundial, permitieron el fortalecimiento del Sucre que empezó el año de 1945 con un cambio de S/. 13.5 por Dólar. Esta época en general fue de relativa estabilidad económica como lo refleja la Tabla V y su respectiva gráfica en el Gráfico 11.2, donde se muestran los Índices de precios de este periodo (1937-1951), tomando como arlo base a 1937.

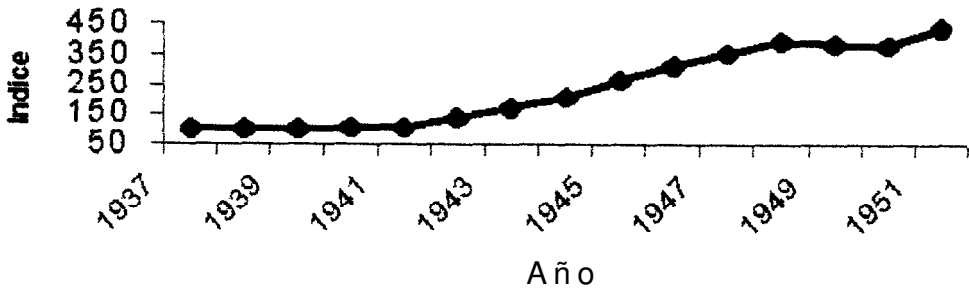
Tabla V

Índice de precios Internos (1937-1950)

Año	Índice de Precios	Variación anual
1937	100	
1938	101	1%
1939	102	0.99%
1940	104	1.96%
1941	107	2.88%
1942	138	28.97%
1943	168	21.74%
1944	207	23.21%
1945	268	29.47%
1946	310	15.67%
1947	353	13.87%
1948	395	11.9%
1949	387	-2.03%
1950	383	-1.03%
1951	438	14.36%

Fuente: *Historia Monetaria y Cambiaria del Ecuador*, Luis Alberto Carbo.

G r á f i c o 1.2
Ecuador: Índice de precios internos
(1937-1951)



Fuente: *Historia Monetaria y Cambiaria del Ecuador*, Luis Alberto Carbo.

Los 60's tampoco muestran tasas de inflación elevadas como se advierte durante la segunda mitad de esta década, en la que existe poca diferencia entre las tasas de uno u otro año y apenas superior al 5% en 1969, como se muestra en la **Tabla VI**, en el que aparece la **inflación** promedio anual de los años 1965 a 1969.

Tabla VI**Ecuador: Inflación promedio anual 1965 a 1969**

Año	Inflación promedio anual
1965	4.3
1966	3.7
1967	4.8
1968	3.0
1969	5.2

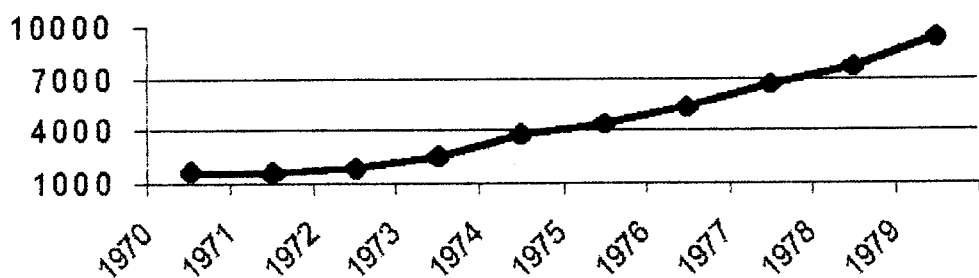
Fuente: Colección Ensayo, Schuldt y Acosta

Como síntesis se puede decir que en el Ecuador de antes del “Boom Petrolero”, el único proceso inflacionario de gran importancia fue el que se vivió en los años 20's. Por lo demás, siempre tuvimos tasas de inflación inferiores al 10%, y cercanas a los niveles internacionales, a excepción de 1949 y 1951 en que esta tasa se acercó al 11%.

1.3.3 La inflación durante y después del “Boom Petrolero”

Es a mediados de la década de los 70's que la inflación irrumpe nuevamente en nuestra economía como un gran problema (específicamente en 1974 cuando alcanza una tasa de variación anual del 22.3%), pero esta vez su presencia ha sido una constante durante ya casi tres décadas. Nuestro PIB (Producto Interno Bruto) registra un crecimiento inusitado en 1972 del 14% y de más de 25% en 1973, crecimiento que fue impulsado por las grandes rentas que generaba la exportación de petróleo. En general la década terminó con un crecimiento promedio del PIB del 9%. Todo esto se muestra claramente en la **Tabla VII** y el **Gráfico 1.3**, en el que se presenta el PIB en millones de dólares durante la década del 70.

Gráfico 1.3
PIB ecuatoriano de 1970 a 1979



Fuente: *Economía Ecuatoriana en cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

Tabla VII**Monto final del PIB en millones de dólares**

Año	PIB (millones de dólares)	Variación anual
1970	1629	-
1971	1602	-1.66%
1972	1874	16.98%
1973	2489	32.82%
1974	3711	49.1%
1975	4310	16.14%
1976	5317	23.36%
1977	6655	25.16%
1978	7654	15.01%
1979	9353	22.2%

Fuente: *Economía Ecuatoriana en cifras, Alberto Serrano Dávalos.*

Luis Acosta en su obra Colección Ensayo dice que: "Para la ideología rentista que dominaba el manejo económico nacional, apoyada por los organismos financieros **multilaterales**, el agotamiento de los hidrocarburos asomaba como algo definitivo e inmediato que forzaría a incrementos **continuados** en los precios, permitiendo al Ecuador disponer de crecientes ingresos en los **años** subsiguientes". Basado en esta **percepción** el gobierno comienza a endeudarse con los organismos **internacionales de crédito**.

Así el endeudamiento externo del Ecuador creció en un 1500% de 1970 a 1979, cifras que se presentan en la **Tabla VIII** y en el **Gráfico 1.4**, donde se apunta el monto anual de la deuda externa en este período, en millones de dólares. Pero este endeudamiento, desgraciadamente no fue invertido en áreas que le aseguraran un mejor futuro al país, como educación, salud, fortalecimiento del agro, etc., y más bien fue utilizado para dar subsidios, para comprar armamento, e incluso (cuando el déficit fiscal era alto) para el gasto corriente.

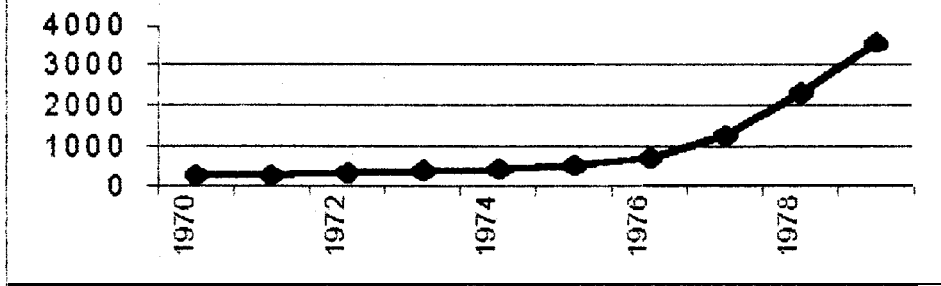
Tabla VIII

Deuda externa 1970 - 1979

Año	Deuda Externa (en millones de dólares)	Variación anual
1970	241.5	
1971	260.8	7.99%
1972	343.9	31.86%
1973	380.4	10.61%
1974	410.0	7.78%
1975	512.7	24.05%
1976	693.1	35.19%
1977	1263.7	82.33%
1978	2314.2	83.13%
1979	3554.1	53.58%

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.*

Gráfico 1.4
Ecuador: Deuda externa 1970-1979



Fuente: Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.

Este escenario comienza a afectar las tasas de inflación, que registraron un incremento histórico en 1974, año en que alcanzó el 22.3%. Todo esto producto de varias circunstancias pero principalmente por el incremento en los precios de los alimentos, provocado por la escasez de mano de obra en el agro, ya que los campesinos emigraron hacia las grandes ciudades. Otro factor gravitante fue el hecho de elevar nuestras importaciones debido a las inversiones industriales, hecho alentado principalmente por la política cambiaria rígida que manejaba el gobierno, y que provocaba el aumento de los precios de productos elaborados nacionales: que eran protegidos aplicando aranceles a productos importados que sin dichos aranceles eran de menor costo.

A inicios de los **años** ochenta comenzaron a caer los precios **del petróleo** y de otras materias primas que se obtenían del mundo subdesarrollado, principalmente por el mal momento **económico** de Estados Unidos. Al mismo tiempo se encarecen los **créditos** internacionales, pero el Ecuador no estaba preparado para prescindir de ellos, **sumándose** a esto el conflicto bélico de 1981. El gobierno decretó entonces un incremento de la gasolina de 80 octanos de **S/. 4.18** por **galón** a **S/. 15** por galón, así como **también** el incremento de las tarifas de transporte, todo esto buscaba contener la escalada inflacionaria, pero en realidad no hizo mas que impulsarla.

La bonanza de las rentas petroleras terminó en 1982, **año** en el que el crecimiento del **PIB** se desaceleró, ya que apenas se superó el 1%. Se aplicó entonces un modelo de ajuste que principalmente devaluaba la moneda de **S/. 25** a **Sl. 35** por dólar en mayo de este **año** y un nuevo incremento del precio de la gasolina de **S/. 15** a **S/. 30** por **galón**. En 1983 se admite una nueva devaluación poniendo el precio del dólar en **Sl. 42**, y además devaluar la moneda en **Sl. 0.04** diarios que luego pasaron a **S/. 0.05** diarios. Solamente el repunte del **PIB** durante 1984 y 1985 lograron contener el alza de

los precios. En la **Tabla IX** y el **Gráfico 1.5** se muestran los montos en **millones** de dólares del PIB

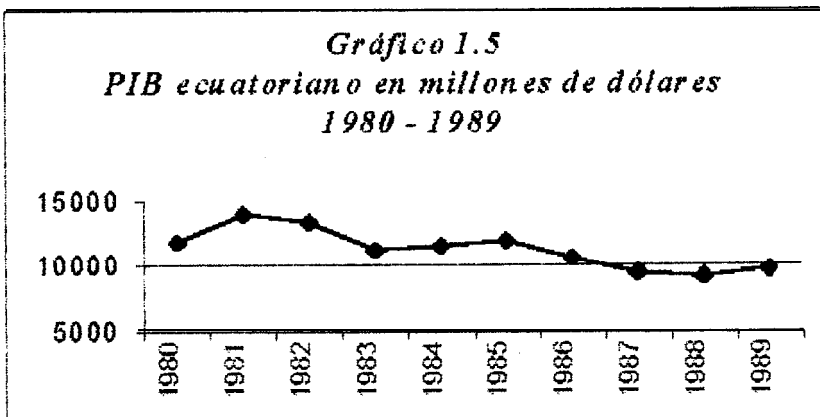
Tabla IX

Ecuador: PIB 1980 - 1989

Año	PIB (Millones de Dólares)	Variación anual
1980	11733	
1981	13946	18.86%
1982	13354	-4.24%
1983	11114	-16.77%
1984	11510	3.56%
1985	11890	3.3%
1986	10515	-11.56%
1987	9450	-10.13%
1988	9129	-3.4%
1989	9714	6.41%

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

Gráfico 1.5
PIB ecuatoriano en millones de dólares
1980 - 1989



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos

Así pasamos a un proceso de aparente estabilidad con tasas de **inflación** que fluctuaban entre el 20 y el 30% a inicios de la segunda mitad de los **años 80's**. Todo esto alentado por que el sector agropecuario se recuperó **y** lograba satisfacer la demanda interna de alimentos y gracias a que el **extrangulamiento** externo no se dio a pesar de la calda de los precios del petróleo. Pero si se sentaron bases para la crisis posterior, como la **sucretización** de la deuda privada y la flotación de las tasas de interés para pólizas de acumulación, con lo que los bancos se lanzaron a la búsqueda de capitales con atractivas tasas de interés, desalentando de esta forma la inversión.

Para inicios de 1987 las decisiones expuestas hicieron imposible el cumplimiento de nuestras obligaciones con el **FMI (Fondo Monetario Internacional)**, lo que condujo a declarar **la** moratoria de la deuda externa. Esto obligó a una nueva subida de los precios de la gasolina hasta ponerla en **S/. 90** por galón. **Al** terminar este **año** la inflación era del 32.5% anual. En 1988 las cosas empeoran como resultado del aumento del gasto público **y** el exceso de emisión monetaria, lo que provocó que la inflación alcance la cifra récord (hasta hoy) de **85.7%** anual, **situación** que no pudo ser evitada aún cuando comenzábamos en agosto de ese **año** un nuevo periodo

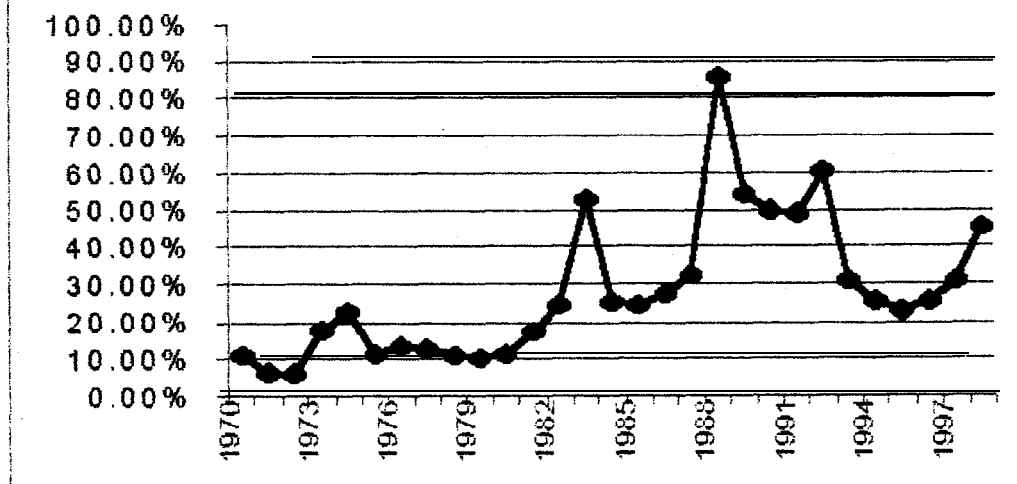
Presidencial. El gobierno entrante plantea un esquema de **devaluación** sistemática de la moneda y un ajuste gradual del precio de los combustibles, buscando una racionalización del consumo. Estas medidas dieron resultados a medias, y por lo menos hicieron que durante los próximos 3 años la tasa de **inflación** sea siempre decreciente, aunque no cumplió su objetivo de dejarla en un 30%. El próximo gobierno logró reducir aún más la tasa de inflación excepto en el **año** que tomó el poder 1992 y cuando dejó el poder en 1996, el porcentaje de inflación anual era del **25.5%**, gracias a su "Plan **Macroeconómico** de Estabilización". Pero tampoco alcanzó su meta de poner la inflación alrededor del 10%.

Con la llegada del gobierno del Ab. Abdalá Bucaram en agosto de 1996, se inicia un proceso de inestabilidad política que se ve reflejada claramente en la economía. En febrero de 1997 el Presidente es destituido por **el** Congreso Nacional, entidad que nombra como sucesor al Dr. Fabián Alarcón hasta agosto de 1998, siendo este un Presidente interino. Ambos mandatarios tuvieron **periodos** muy cortos en el poder como para poner en marcha un plan económico, el primero apenas duró 6 meses en el poder, y su salida se da cuando recién había presentado su plan **económico**, y el segundo no tenía liderazgo ni autoridad, entre otras razones por

que su mandato no era obra de la voluntad popular, sino mas bien de decisiones políticas del congreso, que en realidad era el organismo que decidía, y que se dedicó a pugnar con la asamblea nacional creada para reformar la constitución de la república.

En agosto de 1998 se inicia un nuevo período: el del Dr. **Jamil Mahuad**, que recibió un país resquebrajado y dividido, con una crisis bancaria profunda, con un sistema de **flotación** de la divisa que ha llevado al Sucre a un período de inestabilidad y una devaluación sin precedentes, llegando a ubicarse por encima de los **S/. 25.000** en los primeros días del **año 2000**, y todo esto sin contar con el apoyo del FMI que exige más **impuestos** para desembolsar nuevos créditos. Este ambiente desembocó en la **dolarización** de nuestra economía, fijando el tipo de cambio en **SI. 25.000** por dólar, **y** en un intento de **golpe** de estado, que **culminó** con **la** sucesión presidencial, asumiendo el poder el Dr. Gustavo **Noboa** el 22 de enero **del 2000**. Así presentamos la *Tabla X* que muestra las tasas de inflación anual desde 1970 hasta 1998, que se **grafican** en el **Gráfico-3.6**.

Gráfico 1.6
Variación porcentual del IPCU
(1970-1999)



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

Tabla X**Variación anual medida de diciembre a diciembre del IPCU****(1970 - 1998)**

Año	Inflación anual
1970	10.6%
1971	6.3%
1972	5.7%
1973	17.7%
1974	22.3%
1975	10.9%
1976	13.1%
1977	12.4%
1978	10.7%
1979	10.1%
1980	10.9%
1981	17.3%
1982	24.4%
1983	52.5%
1984	25.1%
1985	24.4%
1986	27.3%
1987	32.5%
1988	85.7%
1989	54.2%
1990	49.5%
1991	49.0%
1992	60.2%
1993	31.0%
1994	25.4%
1995	22.8%
1996	25.5%
1997	30.7%
1998	45.3%

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*. Alberto Serrano Dávalos

1.4 La **inflación** a **principios del siglo XX**

En esta sección se medirá la inflación en el Ecuador a principios de siglo, ya que en el Banco Central del Ecuador constan **índices** de precios al consumidor con periodicidad anual desde el **año** 1939, y tomando en cuenta únicamente a la ciudad de Quito. Debido a esto no podemos tener una clara idea de la magnitud de uno de los procesos inflacionarios más importantes de la historia republicana de nuestro país, como lo fue el ocurrido en los **años** 20 del mencionado siglo.

La medición de **la** inflación de la época referida, se la realizará construyendo un **índice** con los precios de artículos de primera necesidad, tomados de la sección comercial de los principales diarios de Guayaquil en aquellos **años**, como son: “El Día”, “La Nación”, “El Mercurio”, “El Ecuatoriano”, “El Grito del Pueblo Ecuatoriano”, “El Telégrafo” y “El Universo”. Los artículos considerados son todos alimenticios, ya que son los únicos que se publicaban entre los de consumo interno masivo, **tomándose** en cuenta los más importantes, y cuyos precios se pudo encontrar para cada uno de los **años** considerados, o sea desde 1910 hasta 1923. Los artículos son los siguientes:

- Arroz

- Azúcar
- Café molido
- Fréjol
- Manteca
- Papas
- Huevos
- Carne de buey sin hueso

De cada **año** se toma los precios de un día, ya que la **variación** de los precios dentro del mismo **año** era nula o poco significativa, y dado que estas publicaciones no eran constantes, y a veces pasaban **años** para que un mismo diario publique una lista de precios de este **tipo**. En la **Anexo 1** se muestran los precios de los artículos mencionados, en **el** periodo referido, la unidad de medida para todos los artículos es la **libra** (lb.), **excepto** para los huevos, para los que se considera la unidad.

Para la **construcción** del **índice** se utilizará el método de Las Peyres, **y** se considerará la siguiente canasta:

- 5 libras de arroz
- 2 libras de azúcar
- 1 libra de café molido

- 2 libras de fréjol
- 1 libra de manteca
- 3 libras de papas
- 12 huevos
- 3 libras de carne de buey sin hueso

El cálculo de los índices se muestra en el **Anexo2**. Una vez calculados los índices para cada año, podemos estimar la inflación anual utilizando la variación de este índice, de la siguiente manera:

$$\text{Inflación en 1911} = \frac{I_{11} - I_{10}}{I_{10}} * 100\% = 2.7\%$$

$$\text{Inflación en 1912} = \frac{I_{12} - I_{11}}{I_{11}} * 100\% = 5.11\%$$

$$\text{Inflación en 1913} = \frac{I_{13} - I_{12}}{I_{12}} * 100\% = 7.37\%$$

$$\text{Inflación en 1914} = \frac{I_{14} - I_{13}}{I_{13}} * 100\% = -10.49\%$$

$$\text{Inflación en 1915} = \frac{I_{15} - I_{14}}{I_{14}} * 100\% = 5.2\%$$

$$\text{Inflación en 1916} = \frac{I_{16} - I_{15}}{I_{15}} * 100\% = 3.05\%$$

$$\text{Inflación en 1917} = \frac{I_{17} - I_{16}}{I_{16}} * 100\% = 12.89\%$$

$$\text{Inflación en 1918} = \frac{I_{18} - I_{17}}{I_{17}} * 100\% = 18.23\%$$

$$\text{Inflación en 1919} = \frac{I_{19} - I_{18}}{I_{18}} * 100\% = -3.5\%$$

$$\text{Inflación en 1920} = \frac{I_{20} - I_{19}}{I_{19}} * 100\% = 15.23\%$$

$$\text{Inflación en 1921} = \frac{I_{21} - I_{20}}{I_{20}} * 100\% = -6.83\%$$

$$\text{Inflación en 1922} = \frac{I_{22} - I_{21}}{I_{21}} * 100\% = 12.93\%$$

$$\text{Inflación en 1923} = \frac{I_{23} - I_{22}}{I_{22}} * 100\% = -5.04\%$$

En la Tabla XI se presenta el resultado final de esta investigación, mostrando los índices de precios y la variación porcentual de los mismos como medida de inflación.

Tabla XIEcuador. ***Inflación estimada desde 1910 - 1923***

Año	Índice de precios	Inflación
1910	100	-
1911	102.7	2.7%
1912	107.95	5.11%
1913	115.91	7.37%
1914	103.75	-10.49%
1915	109.15	5.2%
1916	112.49	3.05%
1917	126.99	12.89%
1918	150.15	18.25%
1919	144.89	-3.5%
1920	166.96	15.23%
1921	155.55	-6.83%
1922	175.67	12.93%
1923	166.81	-5.04%

La variación **acumulada** de este **índice** durante los 14 años estudiados alcanza el 66.81% desde 1910 hasta 1923, teniendo su punto más alto en 1922 alcanzando un 75.67%. Estos resultados nos dan una idea clara del proceso inflacionario que se **vivió** en esta época, ya que si bien es cierto en la actualidad estas variaciones nos pueden parecer hasta cierto punto "normales", para la época referida se consideraban exorbitantes. Además el hecho de que en 1922 se registre la variación del **índice** más alta nos proporciona

nuevos elementos de juicio para comprender el estallido social que se vivió, agravado por una devaluación **del** sucre superior al **100%**, situaciones que conjuntamente con los bajos salarios **y** el desempleo desembocaron el 15 de noviembre de 1922 en la masacre más grande de nuestra historia.

La historia nos proporciona lecciones que no hemos sabido aprovechar, ya que el panorama económico registrado en aquel entonces no es muy distinto del actual, ya que la inflación sigue **agobiándonos**, los sueldos son bajos, hay un gran **índice** de **desempleo**, **y** la devaluación del sucre llevó a tomar una medida tan extrema como la de prescindir de una moneda nacional **y** adoptar el dólar estadounidense.

Capítulo 2

2. TECNICAS ESTADISTICAS DE ANALISIS

En este capítulo se presentarán las técnicas estadísticas que serán usadas para la obtención de los resultados que se lograrán en los capítulos posteriores. Estas técnicas se encuentran divididas en dos grupos, las técnicas de análisis univariado, y las técnicas de análisis de series temporales.

2.1 Técnicas de Análisis Univariado

Esta sección presenta las técnicas de análisis univariado con las que se trabajará, se inicia con una rápida introducción a la teoría de probabilidad.

2.1.1 Conceptos Básicos

Necesitamos comenzar definiendo lo que es probabilidad, para lo cual debemos saber que es un **espacio muestral**. Se llama espacio muestral al par (Ω, \mathcal{F}) , donde Ω es el conjunto de todos los resultados posibles de un experimento, y \mathcal{F} es el conjunto potencia de Ω , entendiéndose por conjunto potencia de Ω al conjunto que contiene todos los subconjuntos que se pueden formar con los elementos de Ω , incluyendo a Ω y al conjunto vacío \emptyset .

Una **función probabilidad** es una función que asigna a cada elemento de \mathcal{F} un número real en el intervalo $[0,1]$, se representa por : $P: \mathcal{F} \rightarrow [0,1]$. Para ser una función probabilidad debe cumplir las siguientes condiciones:

1. $0 \leq P(E) \leq 1; \forall E \in \mathcal{F}$
2. $P(\Omega)=1$
3. $P(E_i \cup E_j) = P(E_i) + P(E_j)$; cumpliendo que $i \neq j$ y $E_i \cap E_j = \emptyset$

Donde E_i, E_j (para $i, j=1,2,3,\dots$) son los elementos de \mathcal{F}

De esta forma la probabilidad de un elemento es el valor real que la función probabilidad le asigne a este elemento bajo las condiciones ya citadas.

Dado un espacio muestral, variable **aleatoria** es una función que va desde los elementos de Ω , hacia los números reales, y se representa así:

$X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, asignando a cada elemento de Ω uno y solo un número real.

Las variables aleatorias pueden ser discretas o continuas. Una variable aleatoria X es **discreta** si solamente puede tomar un número finito o infinito contable de valores. Un conjunto de elementos es **infinito** contable si se puede establecer una relación unívoca con el conjunto de los enteros **positivos**. Si X es discreta, la probabilidad de que X tome el valor x , o sea $P(X = x)$ denotado como $f(x)$, se define como la distribución de probabilidades de X , debiendo cumplir:

$$1) \sum P(X = x) = 1$$

$$2) P(X = x) = f(x) \geq 0$$

A una variable aleatoria X se la denomina **continua** si toma cualquier valor en un intervalo de números reales. Si se quiere definir formalmente una variable aleatoria continua se debe definir una función de **distribución** y una función de densidad. La **función** de distribución de X , se denota por $F(x)$ y está definida por: $F(x) =$

$P(X \leq x)$, para $-\infty < x < +\infty$, y función de densidad de X , denotada por $f(x)$, y que está definida por:

$$i) \quad f(x) \geq 0, \quad \forall x \in \mathbb{R}$$

$$ii) \quad \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$$

$$iii) \quad P(a \leq x \leq b) = \int_a^b f(x) dx$$

Valores Esperados

Sea X una variable aleatoria discreta con suma de probabilidades $f(x)$, el **valor esperado** de X está dado por:

$$E(x) = \sum x f(x) = \mu = \text{media de la población } X$$

Si X es una variable aleatoria continua con función de densidad $f(x)$, el valor esperado de esta variable aleatoria es:

$$E(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx = \mu = \text{media de la población } X$$

Entre los valores esperados encontramos los momentos de una variable aleatoria. Se define al ***r*-ésimo** momento de **una variable aleatoria** con respecto al origen, que se nota como μ_r' , como el valor esperado de x^r , es decir:

$$\mu_r' = E(x^r) = \sum x^r f(x)$$

para $r = 0, 1, 2, 3, \dots$, cuando X es discreta, y:

$$\mu_r' = E(x^r) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^r f(x) dx$$

cuando X es continua.

También es importante considerar los momentos de una variable aleatoria con respecto a la media, denotado por μ_r , y está dado por el valor esperado de $(x - \mu)^r$. De esta forma la fórmula para obtener este valor viene dada por:

$$\mu_r = E[(x - \mu)^r] = \sum (x - \mu)^r f(x)$$

para $r = 0, 1, 2, 3, \dots$, cuando X es discreta, y:

$$\mu_r = E[(x - \mu)^r] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu)^r f(x) dx$$

cuando X es continua.

Si hacemos que r tome el valor 2 ($r=2$), obtenemos la **varianza** de X , que está dada por μ_2 y se denota por σ^2 o como $\text{Var}(x)$.

$$\sigma^2 = \text{Var}(X) = E[(X - \mu)^2] = E(X^2) - \mu^2$$

La raíz cuadrada positiva de este valor se denomina **desviación** estándar de X .

$$\sigma_3 = +\sqrt{\text{Var}(X)}$$

El sesgo, medido por α_3 , nos indica la simeiría 0 falta de simetría de una distribución. **El coeficiente de sesgo** se define de la manera siguiente:

$$\alpha_3 = \frac{E[(X - \mu)^3]}{\sigma^3}$$

Cuando α_3 es mayor a 0, decimos que X tiene **asimetría hacia la derecha**, si es menor a 0, tiene **asimetría hacia la izquierda**, y si es igual a 0 es simétrico.

Ca **kurtosis** mide que tan “picuda” es la distribución de X. Se representa por α_4 y su valor se lo obtiene con la ecuación:

$$\alpha_4 = \frac{E[(X - \mu)^4]}{\sigma^4}$$

Si α_4 es mayor a 3, la distribución de X es menos “picuda” que la distribución normal estándar, si es menor a 3 es más “picuda” que la distribución normal estándar, y si es igual a 3 tiene la misma picudez que una distribución normal estándar.

2.1.2 inferencia estadística

Los problemas de estimación que nos ocupan son los de estimación de un parámetro poblacional θ . La estimación de parámetros se realiza ya que la población que se desea estudiar es muy grande, y entonces es preferible trabajar con una muestra de **tamaño n** de esta población, que debe ser tomada de manera aleatoria.

Estimadores

Sea X_1, X_2, \dots, X_n una muestra aleatoria de **tamaño n**, entonces utilizando la **información** proporcionada por la misma, se puede definir la función $\Gamma \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ que no **incluye** a los parámetros que caracterizan a la población, a estas funciones se las considera **estimadores** de **los parámetros poblacionales**. Al estimador del parámetro θ se lo denota por $\hat{\theta}$. Cuando el valor esperado del estimador es igual al parámetro que estima, se lo conoce entonces como estimador insesgado, es decir $\hat{\theta}$ es un **estimador insesgado** de θ si y solo sí:

$$E(\hat{\theta}) = \theta$$

Un estimador es una variable aleatoria, un parámetro es una constante.

Pero este no es el único tipo de estimador que encontramos, citamos entonces los **estimadores consistentes**, que cumplen las dos condiciones siguientes:

1. $\hat{\theta}$ es insesgado
2. $\text{Var}(\hat{\theta}) \rightarrow 0$, cuando $n \rightarrow \infty$.

Puede demostrarse que todo estimador insesgado debe satisfacer la **desigualdad de Rao-Cramer**, esto es:

$$\sigma_{\hat{\theta}}^2 = \text{Var}(\hat{\theta}) \geq \frac{1}{nE\left[\left(\frac{\partial \ln f(x)}{\partial \theta}\right)^2\right]}$$

Un estimador insesgado $\hat{\theta}_1$ de θ , se dice más eficiente que el estimador insesgado $\hat{\theta}_2$ de θ , si se cumple que $\text{Var}(\hat{\theta}_1) < \text{Var}(\hat{\theta}_2)$

Pruebas de hipótesis

Las **hipótesis** estadísticas son supuestos que realizamos con respecto de la **distribución** o de los parámetros de una variable aleatoria. Las hipótesis estadísticas son de 2 tipos: **simples** cuando especificamos por completo a la población: y **compuesta** si no se la especifica completamente.

Una prueba de hipótesis consiste en contrastar 2 hipótesis estadísticas. La primera de las hipótesis es la que se plantea para ser probada y se la denomina **hipótesis nula**. La hipótesis nula será contrastada con una **hipótesis alterna**. Ambas hipótesis pueden ser simples o compuestas, y serán representadas por H_0 en el caso de la **hipótesis nula** y H_1 en el caso de la hipótesis alterna.

En esta tesis formularemos contrastes de la siguiente forma:

$$H_0: \theta = \theta_1$$

Vs.

$$H_1: \text{No es verdad } H_0$$

Definimos entonces a una **prueba de hipótesis** como un procedimiento, que basado en la información que presenta una muestra aleatoria X_1, X_2, \dots, X_n , de **tamaño** n , permite decidir con cierto grado de confianza si aceptar H_0 y rechazar H_1 , o rechazar H_0 en favor de H_1 .

Sea $R^n = C \cup C^c$, C se denomina **región crítica** si es el subconjunto de R^n que contiene las muestras aleatorias de **tamaño** n que harán que rechacemos H_0 ; la probabilidad de obtener un

estadístico de prueba dentro de esta **región** se denomina **tamaño de la región crítica**.

Con toda prueba existe un valor que se calcula en términos de la muestra, este valor se denomina **estadígrafo de la prueba**, con el cual se comparará la hipótesis nula **y** se podrá decidir si se rechaza o no. El **nivel de significancia** es la probabilidad de rechazar H_0 dado que es verdadera. Al usar el estadígrafo de la prueba se asocia un **valor p**, que es el mínimo nivel de significancia al cual se rechaza H_0 . Debido a que trabajamos con supuestos **y** con muestras aleatorias, podemos cometer errores **al** aceptar o rechazar una hipótesis estadística, En una hipótesis estadística existen 2 tipos de errores: Error Tipo I que se comete cuando rechazamos H_0 dado que H_0 era verdadera, y el Error Tipo II cuando aceptamos H_0 , dado que H_0 era falsa. La probabilidad de cometer un Error Tipo **y** se denota por α , **y** la probabilidad de cometer un Error Tipo II se denota por β .

En esta tesis se realizarán contrastes de hipótesis con respecto a la media **y** a la distribución de la población de la cual se muestrea. los contrastes con respecto a la media se plantean de la siguiente forma:

$$H_0: \mu = \mu_1$$

Vs.

$$H_1: \mu \neq \mu_1$$

Si el valor p de la prueba es **pequeño** se rechaza H_0 a favor de H_1 . Se considerará **pequeño** un valor cuando es menor a 0.01. Los contrastes con respecto a la **distribución** de la población se los realiza con la **prueba** de bondad de **ajuste** de **Kolmogorov-Smirnov**. Con esta prueba se evalúa la concordancia entre los valores de la **distribución** empírica de la muestra y una función de distribución teórica continua.

Esta prueba se basa en la máxima diferencia absoluta D entre los valores de la distribución acumulada **empírica** de una muestra aleatoria de tamaño n y una distribución acumulada específica F_0 .

$$D = \text{Max} |F(x) - F_0(x)| ,$$

donde:

$F(x)$: Distribución empírica de la muestra

$F_0(x)$: Función de distribución acumulada propuesta en H_0

El contraste se establece de la siguiente forma:

H_0 : La distribución acumulada de la población de la que se
muestra es $F_0(x)$

VS.

H_1 : No es verdad H_0 .

Rechazamos H_0 a favor de H_1 si $D > D_n$, donde D_n es un valor tabulado, específico para cada valor de n .

2.1.3 Estadística descriptiva

Cuando hacemos un tratamiento estadístico de datos, encontramos que el análisis de todos ellos es difícil y costoso. Es aquí cuando es más conveniente trabajar con muestras aleatorias, de las cuales obtendremos resultados que podemos suponer corresponden a toda la población. Partiendo de una muestra aleatoria de tamaño n , calculamos la media aritmética y la varianza muestral, y construimos gráficos como el de la función empírica, los histogramas de frecuencias, las ojivas y los diagramas de cajas.

La **media aritmética** de una muestra aleatoria se denota por \bar{x} la obtenemos con la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

donde x_1, x_2, \dots, x_n los elementos que conforman la muestra.

Se puede probar que la media aritmética es un estimador insesgado de μ .

La **varianza muestral** tiene como notación el símbolo s^2 , y se la calcula de la manera siguiente:

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

Con estos resultados podemos construir un intervalo de confianza para la media. Se puede probar que un intervalo con $(\alpha - 1)100\%$, para una población normal con **varianza** conocida, se construye de la siguiente forma:

$$\bar{x} - Z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + Z_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

La **función empírica** de una muestra de tamaño n se denota por $\hat{F}(x)$, y se la construye ordenando los elementos de la muestra en forma ascendente y aplicando la siguiente **definición**:

$$F(x) = \begin{cases} 0; & x < X_{(1)} \\ \frac{k}{n}; & X_{(k)} \leq x < X_{(k+1)} \\ 1; & x \geq X_{(n)} \end{cases}$$

d o n d e :

$$X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(k-1)} \leq X_{(k)} \leq \dots \leq X_{(n)}$$

Siendo $x_{(1)}$ el mínimo valor observado, y $x_{(n)}$ el valor **máximo**.

Como **ejemplo** supongamos que tenemos una muestra **aleatoria** de **tamaño 4**, formada por 3, 6, 2, **8**. A esta muestra le construimos su **función empírica** obteniendo como resultado lo siguiente:

$$F(x) = \begin{cases} 0; & x < 2 \\ \frac{1}{4}; & 2 \leq x < 3 \\ \frac{2}{4}; & 3 \leq x < 6 \\ \frac{3}{4}; & 6 \leq x < 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases}$$

$$X_{(1)}=2$$

$$X_{(2)}=3$$

$$X_{(3)}=6$$

$$X_{(4)}=8$$

Un **histograma de frecuencias** está formado por una serie de rectángulos que tienen sus bases sobre un eje horizontal, e iguales al ancho de su clase (intervalos consecutivos de igual longitud), y su altura es igual a la frecuencia relativa. En el gráfico 2.1 se presenta un ejemplo de un histograma de frecuencias.

Una **ojiva**, llamada también **polígono de frecuencias acumuladas**, es un gráfico de líneas trazado sobre las marcas de clase en la gráfica del **histograma de frecuencias acumuladas**. Presentamos un ejemplo de una ojiva en el gráfico 2.2.

Gráfico 2.1

Ecuador: Histograma de frecuencias de la variación del IPCU

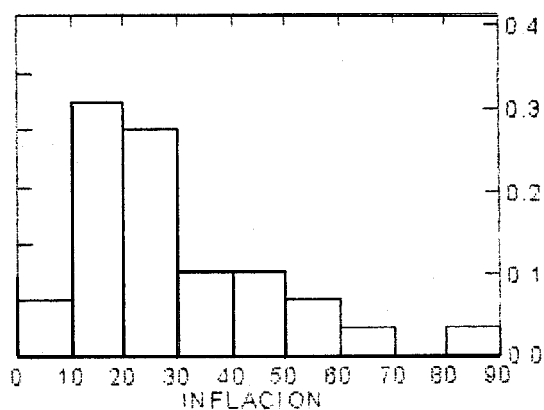
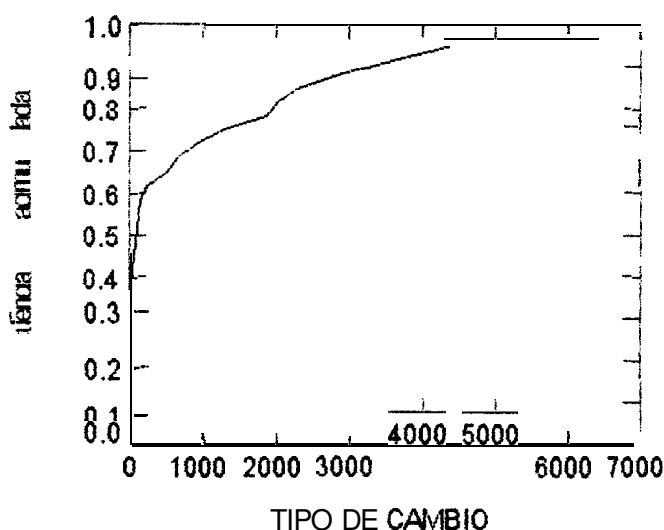


Gráfico 2.2

Ojiva y diagrama de cajas del tipo de cambio
(Suces por Dólar)



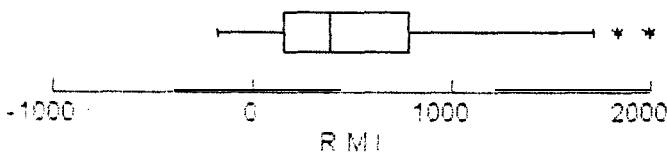
En la ojiva se pueden determinar los percentiles P_1, P_2, \dots, P_{99} , donde P_1 es el valor de la variable tal que el 1% de las observaciones son menores o iguales a P_1 ; P_2 es el valor de la variable de tal forma que el 2% de las observaciones son menores o iguales a P_2 , y así sucesivamente. Los deciles D_1, D_2, \dots, D_9 , donde D_1 es el valor de la variable tal que el 10% de las observaciones en la muestra son menores o iguales a D_1 , D_2 el valor de tal forma que el 20% de las observaciones son menores o iguales a D_2 , etc. Y los cuartiles Q_1, Q_2, Q_3 y Q_4 , donde Q_1 es el valor de la variable tal que el 25% de las observaciones son menores o iguales a Q_1 , Q_2 es el valor de tal

forma que el 50% de las observaciones son menores o iguales a Q_2 , y así sucesivamente.

Los **diagramas de caja** son gráficos que muestran la tendencia central y la **dispersión** de los datos. Cuando el gráfico presenta valores aberrantes fuera de la caja, se representan mediante asteriscos (*). En la caja se presentan tres **cuartiles**: el primer cuartil Q_1 , el segundo **cuartil** Q_2 , que contiene el 50% de las observaciones y el tercer cuartil Q_3 . Hay dos segmentos **rectilíneos**, uno que es la línea que se trata desde el mínimo valor hasta el primer cuartil y el segundo que es la línea que se traza desde el tercer cuartil hasta el valor máximo. El valor de Q_2 representa la mediana, que es el valor que se encuentra en el centro de la serie cuando se ordenan los datos de forma ascendente. Un ejemplo se presenta en el gráfico 2.3.

Gráfico 2.3

**Diagrama de cajas de la Reserva Monetaria Internacional
Ecuatoriana (1969-1998)**



2.2 Técnicas de análisis multivariado

En esta sección se presentarán la base teórica utilizada para realizar un análisis multivariado de datos, se explican como se realizan las matrices de correlación y el análisis de componentes principales. Pero antes se deben conocer algunos conceptos relacionados con variables aleatorias conjuntamente consideradas.

2.2.1 Matriz de covarianzas y de correlación

Dadas 2 variables aleatorias X_i y X_j , se dice que son **Independientes** cuando su función de densidad conjunta $f_{ij}(X_i, X_j)$ puede ser expresada como el producto de sus funciones de densidad marginales $f_i(X_i)$ y $f_j(X_j)$.

$$f_{ij}(X_i, X_j) = f_i(X_i) f_j(X_j) \text{ para todos los pares } (X_i, X_j)$$

Sean p variables aleatorias continuas X_1, X_2, \dots, X_p , se dice que son independientes si su función de densidad conjunta cumple lo siguiente:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_p) = f_1(X_1) f_2(X_2) \dots f_p(X_p)$$

Sea X un vector p -dimensional de la siguiente forma:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^p$$

Se dice que X es un vector **aleatorio p -dimensional** si sus elementos X_1, X_2, \dots, X_p son variables aleatorias.

De forma similar definimos como **matriz aleatoria** a la matriz cuyos elementos son variables aleatorias. Supongamos que esta matriz aleatoria se compone de p columnas, y que cada una de estas columnas es una variable de estudio, y así mismo esta matriz tiene n filas, donde cada fila representa las n observaciones que obtenemos de las p variables, el resultado será una matriz de datos de dimensión $n \times p$, que tendrá la forma siguiente:

	Variable 1	Variable 2	...	Variable p
Observació n 1 :	X_{11}	X_{12}	...	X_{1p}
Observació n 2 :	X_{21}	X_{22}	...	X_{2p}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Observació n n :	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{np}

Si tenemos un vector aleatorio $X = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, como cada elemento de X es una variable aleatoria con su propia distribución de probabilidad, entonces el vector de medias se define como $\mu_i = E [x_i]$, $i = 1, 2, \dots, p$. Donde:

$$\mu_i = \sum x_i f_i(x_i),$$

Si X_i es una variable aleatoria discreta con función de probabilidad $f_i(x_i)$, y

$$\mu_i = \int_{-\infty}^{+\infty} x_i f_i(x_i) dx_i,$$

Si X_i es una variable aleatoria continua con **función** de densidad de probabilidad $f_i(x_i)$.

$$\mu = E[X] = \begin{bmatrix} E[X_1] \\ E[X_2] \\ \vdots \\ E[X_p] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix}$$

La **covarianza** entre dos variables aleatorias X_i y X_j , se define como:

$$\sigma_{ij} = E[(X_i - \mu_i)(X_j - \mu_j)]$$

para $i, j = 1, 2, \dots, p$

y representa una medida de la relación lineal existente entre dichas variables, también se representa como: $\text{cov}(X_i, X_j)$.

Si X_i, X_j son variables aleatorias discretas la covarianza está dada por:

$$\sigma_{ij} = \sum \sum (X_i - \mu_i)(X_j - \mu_j) f_{ij}(x_i, x_j)$$

Si X_i, X_j son variables aleatorias continuas, la covarianza viene dada por:

$$\sigma_{ij} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (X_i - \mu_i)(X_j - \mu_j) f_{ij}(x_i, x_j) dx_i dx_j$$

Para ambos casos $\mu_i = E[X_i]$ y $\mu_j = E[X_j]$; $i, j = 1, 2, \dots, p$ son las medias de las variables aleatorias X_i y X_j . Cuando $i = j$, la covarianza de X_i, X_j $\text{cov}(X_i, X_j)$ se convierte en la **varianza** de X_i ; $\text{Var}(X_i) = \sigma_i^2$.

la matriz de varianzas y **covarianzas** está representada por Σ , donde:

$$\Sigma = E[(X - \mu)(X - \mu)^T] \in M_{pp}$$

$$\Sigma = E \left[\begin{array}{c} X_1 - \mu_1 \\ X_2 - \mu_2 \\ \vdots \\ X_p - \mu_p \end{array} \begin{array}{c} [X_1 - \mu_1 \quad X_2 - \mu_2 \quad \cdots \quad X_p - \mu_p] \end{array} \right]$$

$$\Sigma = E \left[\begin{array}{cccc} (X_1 - \mu_1)^2 & (X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \cdots & (X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ (X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & (X_2 - \mu_2)^2 & \cdots & (X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & (X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \cdots & (X_p - \mu_p)^2 \end{array} \right]$$

$$\Sigma = \left[\begin{array}{cccc} E(X_1 - \mu_1)^2 & E(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \cdots & E(X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ E(X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & E(X_2 - \mu_2)^2 & \cdots & E(X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & E(X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \cdots & E(X_p - \mu_p)^2 \end{array} \right]$$

$$\Sigma = \text{Cov}(X) = \left[\begin{array}{cccc} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{ip} & \sigma_{ip} & \cdots & \sigma_{pp} \end{array} \right]$$

Cuando 2 variables aleatorias son independientes la covarianza entre ellas es cero.

La correlación entre X_i y X_j está dada por su **coeficiente de correlación**, que se denota por ρ_{ij} , y se expresa en términos de las

varianzas' σ_{ij}, σ_{jj} respectivas y la covarianza σ_{ij} . Decimos entonces que:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sqrt{\sigma_{ii}} \sqrt{\sigma_{jj}}}$$

Se puede demostrar que $-1 \leq \rho_{ij} \leq 1$

La **matriz de correlación** se define así:



$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_{11}}{\sqrt{\sigma_{11}} \sqrt{\sigma_{11}}} & \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11}} \sqrt{\sigma_{22}}} & \dots & \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_{11}} \sqrt{\sigma_{pp}}} \\ \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11}} \sqrt{\sigma_{22}}} & \frac{\sigma_{22}}{\sqrt{\sigma_{22}} \sqrt{\sigma_{22}}} & \dots & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_{22}} \sqrt{\sigma_{pp}}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_{11}} \sqrt{\sigma_{pp}}} & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_{22}} \sqrt{\sigma_{pp}}} & \dots & \frac{\sigma_{pp}}{\sqrt{\sigma_{pp}} \sqrt{\sigma_{pp}}} \end{bmatrix}$$

Esta **matriz** tendrá siempre "unos" en ta diagonal principal. Se representa de la siguiente forma:

$$\rho = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1p} \\ \rho_{12} & 1 & \dots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{1p} & \rho_{2p} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Nótese que ρ y Σ son matrices **simétricas**.

Dada una muestra aleatoria p-dimensional X_1, X_2, \dots, X_p , cuyo vector de medias poblacionales es μ y matriz de varianzas y covarianzas Σ , podemos decir que el estimador insesgado de μ será el vector conformado por las \bar{x} de la muestra de cada una de las p variables. Es decir, la forma en que estimaremos un vector de medias **será** la siguiente:

$$\mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \\ \vdots \\ \bar{X}_p \end{bmatrix}$$

En cambio el **estimador** insesgado de Σ es S_n , donde:

$$S_n = \left(\frac{n}{n-1} \right) S$$

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

donde S es la matriz de **varianzas** y **covarianzas** muestral y

$\left(\frac{n}{n-1} \right)$ se denomina **factor de corrección**. De esta forma el

estimador insesgado para Σ será la matriz compuesta por los S_n de cada variable.

2.2.2 Componentes principales

El **análisis** de componentes principales tiene como objetivo la **reducción** de variables de estudio para facilitar así la **interpretación** de **los datos**. Permite explicar la matriz de varianzas y covarianzas de un conjunto de variables, a través de unas “pocas” combinaciones lineales de las mismas.

Aunque se requieren las p componentes para reproducir la variabilidad total del sistema, a menudo es suficiente considerar un **pequeño número** k de componentes principales, con $k < p$, ya que contienen la mayor cantidad de información requerida, con lo cual se logra reducir los datos. Un **análisis** de componentes principales permite descubrir relaciones entre variables que muchas veces no son consideradas y por ende afecta positivamente a nuestras interpretaciones finales. Este análisis no requiere suponer que la población de la cual se hace el muestreo tenga una distribución normal p -variada.

Algebraicamente, las componentes principales son combinaciones lineales de p variables aleatorias observadas X_1, X_2, \dots, X_p , que tienen matriz de covarianzas Σ y matriz de correlación ρ .

Dado el vector aleatorio $\mathbf{X}^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, con matriz de varianzas y covarianzas Σ , donde Σ tiene como valores propios los siguientes: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$, y los correspondientes vectores propios $\mathbf{a}_i \in R^p, i = 1, 2, \dots, p$

Consideremos las siguientes combinaciones lineales:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \mathbf{a}_1^T \mathbf{X} = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \\ Y_2 &= \mathbf{a}_2^T \mathbf{X} = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p \\ &\vdots \\ Y_p &= \mathbf{a}_p^T \mathbf{X} = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{pp}X_p \end{aligned}$$

La **varianza** y la covarianza de cada una de las variables se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Var}(Y_i) = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_j \quad i, j = 1, 2, \dots, p, \text{ para } i \neq j$$

$$\text{Var}(Y_i) > \text{Var}(Y_j), \text{ para } i > j$$

Los **componentes principales** son aquellas combinaciones lineales no correlacionadas Y_1, Y_2, \dots, Y_p , cuyas varianzas son lo más grandes posible, es decir Y_i es la combinación lineal que maximiza la $\text{Var}(Y_i)$. La primera componente es la combinación lineal con máxima varianza, donde la **varianza** de cada componente es igual a su correspondiente valor propio, es decir:

$$\text{Var}(Y_i) = \lambda_i = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$$

La **varianza** total es la **varianza** generalizada $|\Sigma| = \lambda$, esto es:

$$\text{Varianza total} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

La **proporción** de la **varianza** total explicada por la **i-ésima** componente principal **está** dada por:

$$k_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}, \text{ siendo:}$$

$$0 \leq \frac{\lambda_i}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p} \leq 1$$

El número de componentes principales a seleccionar **está** dado por la proporción de la **varianza** total explicada. El criterio es abierto, ya que no hay una proporción **fija** para determinar el número de componentes principales a determinar. Pero nuestro criterio **será** de seleccionar la cantidad de componentes que expliquen al menos un 70% de la **varianza** total.

2.3 Técnicas de análisis de regresión

En esta sección se presentará de manera sucinta, la **teoría** que se emplea para desarrollar un análisis de **regresión**, que es una técnica estadística para modelar e investigar la **relación** entre 2 ó **más** variables. Siempre que hablemos de un **análisis** de regresión lo que estamos haciendo es tratando de explicar una variable cuantitativa en términos de una o más variables cuantitativas.

2.3.1 Regresión lineal simple

Podemos encontrar muchos casos en los que mediante un gráfico de los valores que toman 2 variables, o por su coeficiente de correlación, advertimos una relación de tipo lineal entre dos variables X e Y. Por lo que podemos suponer que Y **está** relacionada con X de la siguiente relación lineal;

$$E(Y|X) = \beta_0 + \beta_1 X$$

Si bien hemos podido expresar al valor esperado de Y en términos de X, el valor real que tome Y puede no ser exactamente igual al de la recta presentada. Por lo tanto se debe expresar este valor de Y en **términos** de la **ecuación** de la recta **más** un error aleatorio (ϵ), de la siguiente forma;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon,$$

$$\epsilon \sim N(0, \sigma^2), \text{ y}$$

$$\text{Cov}(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0, \text{ para } i \neq j.$$

A este modelo se lo conoce con el nombre de regresión lineal simple, donde Y será la variable **dependiente** ó a ser explicada, y X será la variable independiente o variable de explicación (regresar). Se supone que el error ϵ cumple con **la condición** de tener una **distribución** normal con media 0 y **varianza** σ^2 . **Además** sus distintos valores de ϵ no deben estar correlacionados.

Los **valores** de β_0 y β_1 son desconocidos, pero los podemos estimar mediante el **método** de los mínimos cuadrados ordinarios (**MCO**). Expresemos a Y como vector de la siguiente forma:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^n$$

La **matriz de diseño** se **denota** por Xy es la siguiente:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \in M_{n \times 2}$$

El **método** de mínimos cuadrados ordinarios estima los valores de β_0 y β_1 por medio de la **ecuación** siguiente:

$$\beta = (X^T X)^{-1} (X^T Y)$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix}$$

donde X^T representa a la matriz transpuesta de X, así como Y^T representa a la transpuesta del **vector** de **observaciones** Y.

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \end{bmatrix}$$

A b_0 y b_1 se los **conoce** como **estimadores de mínimos** cuadrados de β_0 y β_1 . Además se puede mostrar que cumplen con las propiedades de ser estimadores de **varianza mínima** e insesgados.

El vector del error estimado, que recibe el nombre de residuo, estará dado por:

$$\epsilon = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

Los valores que conforman este vector se obtienen de la manera que sigue:

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

Donde $\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$, para $i = 1, 2, \dots, n$.

La **suma cuadrática de los errores** tiene como notación: SC_E , y está dada por:

$$SC_E = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

Puede demostrarse que:

$$E(SC_E) = (n - 2)\sigma^2$$

por lo que:

$$\sigma^2 = \frac{SC_E}{n - 2}$$

También tenemos la **suma cuadrática de la regresión**, que es la siguiente:

$$SC_R = \sum (Y_i - \bar{Y})^2,$$

y la **suma cuadrática total** se la obtiene de la forma siguiente;

$$SC_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = SC_R + SE_E$$

Los grados de libertad de SC_E , SC_R , y SC_T son respectivamente $n-2$, 1, y $n-1$, y sus valores esperados son variables aleatorias χ^2 cuadrado con los correspondientes grados de libertad.

El valor esperado de SC_R es la **media cuadrática de la regresión** y está dada por:

$$MC_R = \frac{SC_R}{1} \sim \chi^2(1),$$

y el valor esperado de SC_E la media cuadrática del error será:

$$MC_E = \frac{SC_E}{n-2} \sim \chi^2(n-2)$$

A la razón entre MS_R y MS_E se la llama F_0 , y es una variable aleatoria Con distribución F con 1 grado de libertad en el numerador y $n-2$ grados de libertad en el denominador.

$$F_0 = \frac{MC_R}{MC_E} \sim F(1, n-2)$$

De esta forma hemos presentado todos los elementos que componen una tabla de análisis de variación, o **también** llamada tabla **ANOVA**, que se construye de la siguiente manera:

Fuente de variación	Suma cuadrática	Grados de libertad	Media cuadrática	F₀
Regresión	SC _R	1	MC _R	MC _R /MC _E
Error	SC _E	n-2	MCE	
Total	SC _T	n-1		

La cantidad:

$$R^2 = \frac{SC_R}{SC_T}$$

se la conoce como **coeficiente de determinación**. El valor de este coeficiente estará entre 0 y 1:

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

R²x100 es la potencia de explicación del modelo, y se utiliza para juzgar si un modelo de regresión es adecuado o no.

2.32 Regresión lineal múltiple

Al realizar un **análisis** de regresión, nos podemos encontrar con que es necesario establecer un modelo en el que intervengan más de 1 **variable** independiente. En general este tipo de modelos se los representa por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + \epsilon_i$$

Este modelo recibe el nombre de **modelo de regresión lineal múltiple**, con p **regresores**, y donde a los **parámetros** β_j , $j = 0, 1, 2, \dots, k$, se los conoce como coeficientes de regresión, estos coeficientes mantlene'n las mismas propiedades que los que se obtiene en un **regresión** lineal simple. Se puede probar que la forma de estimar los coeficientes de **regresión** por el **método** de **mínimos** cuadrados ordinario es:

$$\beta = b = (X^T X)^{-1} (X^T Y)$$

donde:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix}$$

A X se la conoce como **matriz de diseño**. La **estimación** de Y se la realiza de la misma forma que en regresión lineal simple, así como **también** la obtención de los residuos:

$$\hat{Y} = X\hat{\beta}$$

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

para $i = 1, 2, \dots, n$

La **suma cuadrática de los errores** SC_E está dada por:

$$SC_E = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

De forma **análoga** a la regresión lineal simple, puede demostrarse que:

$$E(SC_E) = (n - k - 1)\sigma^2$$

por lo que:

$$\sigma^2 = \frac{SC_E}{n - k - 1}$$

La **suma cuadrática de la regresión** se calcula igual que en un **regresión** lineal simple:

$$SC_R = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

La **suma cuadrática total** es:

$$SC_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = SC_R + SC_E$$

Los grados de libertad de SC_E , SC_R , y SC_T son respectivamente $n-k-1$, k , y $n-1$, y sus valores esperados son variables aleatorias ji cuadrado con los correspondientes grados de libertad.

La **media cuadrática de regresión** en un modelo lineal múltiple será:

$$MC_R = \frac{SC_R}{k}$$

y la **media cuadrática del error** es:

$$MC_E = \frac{SC_E}{n - k - 1}$$

F_0 es una variable aleatoria con distribución F con k grados de libertad en el numerador y $n-k-1$ grados de libertad en el denominador.

$$F_0 = \frac{MC_R}{MC_E} \sim F(k, n - k - 1)$$

De esta forma hemos enunciado todos los elementos que componen una tabla de **análisis de varianza**, o también llamada tabla **ANOVA**, que se construye de la siguiente manera:

Fuente de variación	Suma cuadrática	Grados de libertad	Media cuadrática	F₀
Regresión	SC _R	k	MC _R	MC _R /MC _E
Error	SC _E	n-k-1	MC _E	
Total	SC _T	n-1		

El **coeficiente de determinación** múltiple está definido como:

$$R^2 = \frac{SC_R}{SC_T}, \text{ donde: } 0 \leq R^2 \leq 1$$

R^2 es una **medida de la magnitud de la reducción de la variabilidad** de Y mediante el empleo de los regresores X_1, X_2, \dots, X_k . $R^2 \times 100$ es la **potencia de explicación del modelo**, y se toma de referencia para saber si un modelo es adecuado o no.

También se pueden realizar modelos de **regresión polinomiales y con interacciones**, como por ejemplo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1^2 + \beta_4 X_2^2 + \beta_5 X_1 X_2 + \epsilon$$

$$\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

$$\text{Cov}(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0, \text{ para } i \neq j$$

para $i=1, 2, \dots, n$ y $j=1, 2, \dots, n$

En estos modelos se pueden aplicar los principios **generales** de la regresión múltiple.

2.4 Modelos Econométricos

Debido a que los modelos de regresión no son los más adecuados para realizar predicciones, y que los modelos de series temporales ARMA, ARIMA y SARIMA son eficientes si la serie que se modela cumple con la característica de ser estacionaria o estacional, y ninguna de estas se da en la inflación, se introducen los modelos ARCH y GARCH que han sido utilizados con éxito en los Estados Unidos de Norteamérica, en el análisis de la inflación.

2.4.1 Modelo ARCH(1)

Quando se realiza una regresión lineal, estimando los parámetros por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en un modelo de forma:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i, \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

se espera que e_i que es el estimador del término del error ϵ_i , tenga una distribución normal con media 0 y varianza σ^2 . Es decir que la varianza permanezca constante para cada uno de los términos del error. A esto se conoce como **homocedasticidad**. Pero sucede en ocasiones que la varianza σ_i^2 del término e_i , depende del valor que tome x_i , es decir que para cada valor de e tendremos una varianza σ_i^2 . A este fenómeno se lo conoce como **heterocedasticidad**, y entonces $\text{Var}(e_i) = \sigma_i^2$

$$\epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^n$$

$$\Sigma_\epsilon = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \in M_{n \times n}$$

En presencia de heterocedasticidad, el estimador de **MCO** continúa siendo lineal e insesgado, aunque ya no es el estimador de **varianza mínima**.

Bajo estas condiciones el estimador de **mínima varianza** es el estimador de **mínimos cuadrados generalizados (MCG)**. El estimador MCO tiene matriz de varianzas y **covarianzas** dada por:

$$\sigma^2 (X^T X)^{-1} X^T \Sigma^{-1} X (X^T X)^{-1},$$

mientras que la matriz de varianzas y **covarianzas** de MCG es:

$$\sigma^2 (X^T \Sigma^{-1} X)^{-1}$$

Donde $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ y Σ es la matriz de varianzas y **covarianzas** de X . La estimación del modelo mediante el método de mínimos cuadrados generalizados se realiza mediante la siguiente **ecuación**:

$$\hat{\beta} = \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2} x_i^2 \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2} x_i y_i \right]$$

Detección de Heterocedasticidad

Existen muchas formas de detectar la presencia de heterocedasticidad. El contraste de White, es el que se utilizará para detectar heterocedasticidad (en caso de **existir**) en los modelos de regresión que se presentarán en los capítulos posteriores, y es el que describiremos a continuación.

White propuso en 1980 un contraste general que no requiere **especificar** la forma que puede adoptar la heterocedasticidad, y se lo realiza mediante los siguientes pasos:

1. Estimar el modelo original por el **método** de **MCO**, ignorando la posible presencia de **heterocedasticidad**.
2. Estimar una **regresión** del cuadrado de los residuos **mínimo cuadráticos** anteriores, sobre una constante, los parámetros de

regresión del modelo original, los cuadrados de estos regresores. y los productos cruzados de segundo orden.

3. Al aumentar el tamaño muestral se puede probar que el producto nR^2 , sigue una distribución ji-cuadrado con $(k-1)$ grados de libertad, donde n es el tamaño muestra1 y R^2 el coeficiente de determinación de la regresión planteada en el paso 2 con p parámetros de regresión. Si el coeficiente nR^2 es mayor al valor de la distribución ji-cuadrado, con $(1-\alpha)100\%$ de confianza y $(k-1)$ grados de libertad, entonces el modefo que se ha planteado presentará heterocedasticidad.

Heterocedasticidad condicional autoregresiva

La heterocedasticidad condicional autoregresiva ARCH (por su significado en inglés autoregressive **conditional heterocedasticity**), se presenta cuando el residuo en una regresión e_t depende de su valor predecesor e_{t-1} . Los modelos ARCH son una alternativa a los usuales modelos de regresión que utilizan MCO, que no consideran la presencia de la heterocedasticidad condicional.

Su versión más simple se presenta de la siguiente manera:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + e_t$$

donde e_t es $N(0, \sigma_t^2)$
con $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2$

En este caso el estimador de **mínimos** cuadrados generalizado se lo obtiene mediante **los** siguientes 4 pasos:

1. Se realiza la **regresión** de y_i sobre x_i , usando el **MCO**, con $i = 0, 1, \dots, n$, para de esta manera obtener β_i y e_i .
2. Se realiza la regresión de e_i^2 en una constante y e_{i-1}^2 , así obtenemos la **estimación** inicial de α_0 y α_1 , usando las n observaciones $i = 1, 2, \dots, n$. Definimos: $a = [a_0 \ a_1]^T$, donde a_0 es α_0 y a_1 es α_1 .
3. Calculamos $f_i = \alpha_0 + \alpha_1 e_{i-1}^2$, para $i = 1, 2, \dots, n$. Así se obtiene el estimador $\hat{\alpha} = \alpha + d_\alpha$, donde d_α es el vector de los coeficientes de **regresión mínimos cuadráticos** en el modelo: $[(e_i^2/f_i) - 1]$ sobre $(1/f_i)$ y (e_{i-1}^2/f_i) .
4. Se calcula nuevamente f_i utilizando $\hat{\alpha}$, ahora para $i = 1, 2, \dots, n-1$. Se calcula además:

$$r_i = \left[\frac{1}{f_i} + 2 \left(\frac{\hat{\alpha}_1 e_i}{f_{i+1}} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$s_i = \frac{1}{f_i} - \frac{\hat{\alpha}_1}{f_{i-1}} \left(\frac{e_{i-1}^2}{f_{i+1}} - 1 \right)$$

Se calculan ahora los estimadores $\hat{\beta} = b + d_\beta$, donde d_β es el vector de los coeficientes de mínimos cuadrados ordinarios en la regresión

de los valores que resulten del cociente $\frac{\theta_i S_i}{r_i}$, sobre una constante y el producto $X_i r_i$.

El modelo **aquí** descrito es un modelo **ARCH(1)**, ya que se trata de una **regresión** lineal simple, donde se ha corregido la heterocedasticidad modelando a σ_i^2 de la siguiente forma:

$$\sigma_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{i-1}^2$$

2.4.2 Modelo GARCH(1,1)

El valor de una variable al final de una observación i se denota como S_i , y a la variación porcentual de S_i como U_i , de modo que:

$$U_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}}$$

Calculamos además la **tasa de variación** de las últimas m observaciones σ_n^2 de la siguiente forma:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m U_{n-i}^2$$

Donde $i = 1, 2, \dots, m$; y además $m \leq n$.

Se define entonces a σ_n como la **volatilidad** de la variable en un periodo de n observaciones, y está dada por la raíz cuadrada positiva de la tasa de variación σ_n^2 . El modelo **GARCH(1,1)** calcula

los valores de σ_n^2 a partir de la tasa de variación de una “corrida larga” representada por V , así como de los valores de σ_{n-1}^2 y U_{n-1}^2 , mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_n^2 = \gamma V + \alpha U_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Donde γ es el “peso” asignado a V , α es el “peso” asignado a U_{n-1}^2 , y β es el “peso” asignado a σ_{n-1}^2 . Debiendo cumplirse que:

$$\gamma + \alpha + \beta = 1$$

Igualando $\gamma V = \omega$, el modelo **GARCH(1,1)** resultante es así:

$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha U_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

En esta tesis se estimarán los “pesos” α y β , y el valor de ω utilizando el programa **Econometric Views**. Una vez obtenidos estos valores se puede estimar V como sigue:

$$V = \frac{\omega}{1 - \alpha - \beta}$$

En la práctica lo que se hace es estimar a σ_1^2 mediante U_1^2 , y los restantes $n-3$ valores de σ_n^2 utilizando el modelo **GARCH(1,1)** estimado.

Predicción de valores futuros

Para la **predicción** de valores futuros se sustituye $\gamma = 1 - \alpha - \beta$ en la ecuación:

$$\sigma_n^2 = \gamma V + \alpha U_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Resultando:

$$\sigma_n^2 = (1 - \alpha - \beta) V + \alpha U_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Restando V a ambos lados de esta **última** ecuación obtenemos:

$$\sigma_n^2 - V = \alpha (U_{n-1}^2 - V) + \beta (\sigma_{n-1}^2 - V)$$

De forma análoga, para un periodo **n+k** se puede escribir:

$$\sigma_{n+k}^2 - V = \alpha (U_{n+k-1}^2 - V) + \beta (\sigma_{n+k-1}^2 - V)$$

El valor esperado de U_{n+k+1}^2 es σ_{n+k+1}^2 , de **tal** forma que:

$$E[\sigma_{n+k}^2 - V] = (\alpha + \beta) E[\sigma_{n+k-1}^2 - V]$$

Utilizando la **ecuación** reciente en repetidas oportunidades, se obtiene:

$$E[\sigma_{n+k}^2 - V] = (\alpha + \beta)^k E[\sigma_{n+k-1}^2 - V]$$

O lo que es lo mismo:

$$E[\sigma_{n+k}^2] = V + (\alpha + \beta)^k E[\sigma_{n+k-1}^2 - V]$$

De esta forma se estima la volatilidad esperada de una variable **S_t** en las siguientes k observaciones.

Capítulo 3

3. ANALISIS UNIVARIADO Y MULTIVARIADO

En este capítulo presentaremos un análisis univariado y **multivariado** del fenómeno inflacionario y otras variables de importancia, que se suponen correlacionadas con tal fenómeno. Los resultados aquí presentados se los ha **obtenido** utilizando el paquete **computacional SYSTAT 7.0**.

Las series temporales que se analizan en este capítulo son las siguientes:

1. **Inflación** Anual
2. Producto Interno Bruto .
3. Balanza Comercial
4. Salario Mínimo Vital
5. Deuda Externa
6. Reserva Monetaria internacional

7. Tasa de Cambio

8. Emisión **Monetaria**

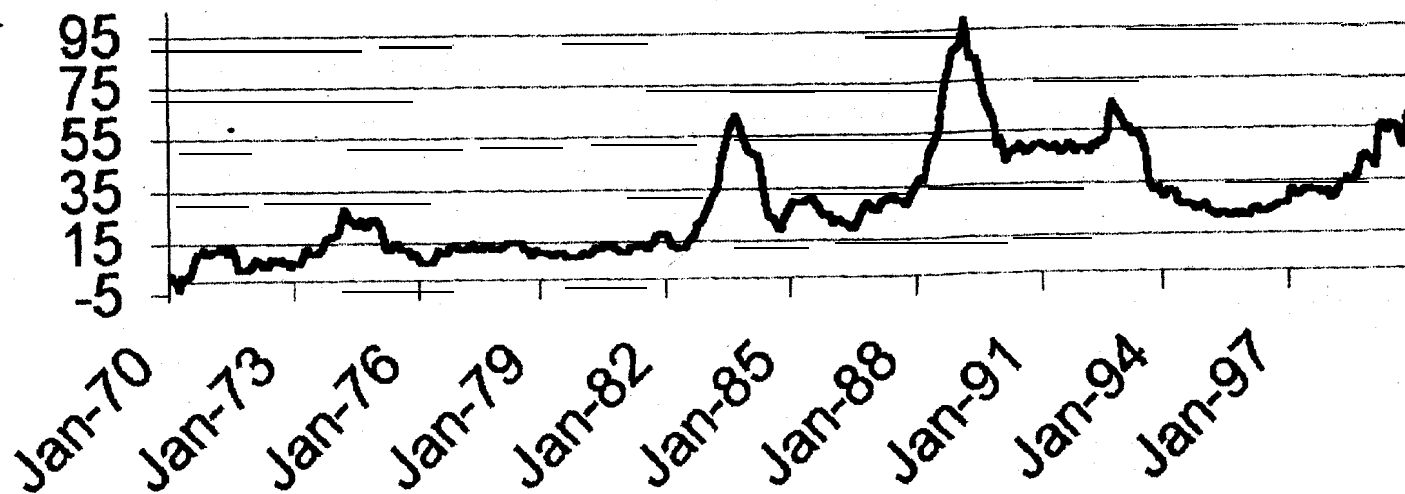
9. Tasa Activa

Cabe resaltar que cuando hablamos de **inflación anual** nos referimos a la **variación porcentual del IPCU** que se registra entre diciembre de un año **n** y diciembre del año **n-1**,. mientras que cuando nos referimos a **IPCU** hablamos del **valor** absoluto **del índice**.

3.1 **Análisis de los datos de Inflación**

A **continuación** presentamos la estadística descriptiva realizada a los datos de la serie **variación** anual del **IPCU** (que es la forma en que se mide la **inflación** en el Ecuador), desde 1970 hasta 1999, que son presentadas en el **Gráfico 3.1** y la **Tabla XII**, periodo en el cual este problema afecta de manera significativa las vidas de los **ecuatorianos**. Cuando hablamos de **inflación** anual nos referimos a la inflación acumulada durante un **año** hasta culminar en el mes referido, por ejemplo la **inflación** anual de marzo de 1989 representa la variación porcentual del IPCU desde abril de 1988 hasta **marzo** de 1989.

Gráfico 3.1
Variación anual del IPCU en cada mes (1970 - 1999)



Fuente: Serie Histórica del IPCU (1968 - 1996), INEC

Tabla XII

Ecuador: Variación anual del IPCU (1970-1999)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Enero	3	12.2	6.8	7.6	17.4	23.6	9.7	12.6	13.3	10.4
Febrero	1	11.9	8.9	7	20.5	21.5	8.2	12.2	14.2	10.6
Marzo	0.9	12.3	8.2	8.5	23.9	17.1	6.4	12.8	15	11.2
Abril	-2.7	14	5.7'	12.1	27.4	12.1	6.4	13.8	14.8	9.9
Mayo	1.8	12.5	5.9	13.3	24.5	12.6	7.8	14.5	14.5	11.1
Junio	2.7	11	9.2	11.2	22.3	14.6	9.6	12.7	14.8	10.6
Julio	3.6	12.4	8.8	10.4	22.1	14.6	11.4	11.4	14.8	10.4
Agosto	7.4	8.5	7.8	11.8	23.1	13.2	10.6	13.4	12.8	10.3
Septiembre	10.9	4.6	8.6	12.8	24	12.2	10.9	13.8	11.8	8.6
Octubre	10.4	5.4	7.3	16.3	21.1	11.9	14.1	13.5	9.6	9.1
Noviembre	12.6	4.8	7.5	16.4	23.6	9.7	13.5	12.3	11.6	8.9
Diciembre	10.6	6.3	5.7	17.7	22.3	10.9	13.1	12.4	10.7	10.1
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Enero	10.5	10.4	16.7	28.3	49.7	29.9	20.7	25.5	34.3	89.4
Febrero	10.3	12.6	14.3	30.3	48.8	29.1	22.4	25.5	37.6	90.9
Marzo	10.6	13.3	12.5	32.6	48	28.3	22.5	29.5	36.7	99.1
Abril	12.5	12.9	12.5	37.1	44.7	28.8	21.3	29.5	43.3	91.3
Mayo	12.5'	13.4	11.4	45.2	36.9	28.8	20.8	30.3	48	84.6
Junio	12.2	13.6	12.5	51.4	30.2	30.6	19.8	31.7	49.9	84.3
Julio	13.5	12.3	14.4	56.5	25.2	30.9	18.9	31.9	55.7	78.2
Agosto	13	13.8	16	59.7	22.6	28.8	21.9	29.8	63	72.8
Septiembre	13.7	14	16.8	63.4	19.9	27.9	23.9	29.2	71.5	68.7
Octubre	11.8	16.7	20.6	61.1	19.1	25.9	27.5	27.3	77.4	64.2
Noviembre	11.5	17.8	22.3	55.8	22.9	23.8	28.3	30.6	80.5	59.2
Diciembre	10.9	17.3	24.4	52.5	25.1	24.4	-27.3	32.5	85.7	49.5
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	52	50.5	48.9	58.5	29.1	26.9	22.1	30.6	27.7	42.3
Febrero	50.2	49.4	48.3	55.8	32	23.5	23.7	31.8	29	39.7
Marzo	43.6	49	46.7	56.1	31.6	22.7	24.8	29.9	30.6	54.3
Abril	46.2	47.1	49.6	53.6	30.8	22.2	25.1	28.9	33.6	56.1
Mayo	48.9	49.1	48.0	54.8	26.9	22.9	22.4	31.2	33.9	54.7
Junio	47.7	49	50.4	52.1	26.5	22.5	22.8	31.1	35.9	53.1
Julio	50.3	47	51.8	49.9	25.8	22.5	24.1	31.5	34.2	56.5
Agosto	48.9	48.6	52.3	46.1	27.2	22	25.2	30.7	34.2	55.3
Septiembre	47	50.1	61.1	35.5	26.2	22.8	25	30.6	37.8	50.4
Octubre	48.3	49.6	65.9	31.5	23.8	22.9	25.4	31	44	47.2
Noviembre	49.9	46.8	63.9	32.3	24.5	22.2	26.2	29.9	45	53.4
Diciembre	49.5	49	60.2	31	25.4	22.8	25.5	30.7	43.4	60.7

Fuente: Serie Histórica del IPCU (1968 - 1999), INEC

3.1.1 Estadística descriptiva de la Inflación Anual

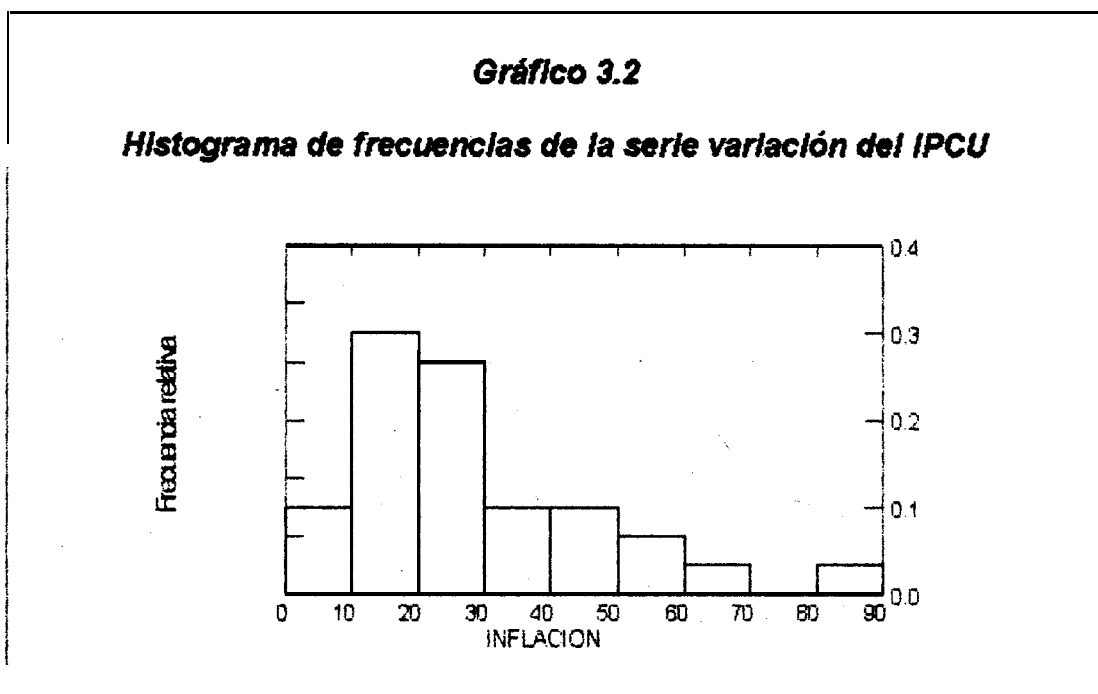
Como ya hemos dicho la inflación se mide mediante la variación del índice general de precios durante un periodo determinado, la trascendencia de este fenómeno es por lo tanto indiscutible, y el análisis presentado en esta sección trata de encontrar lo más sobresaliente, desde el punto de la estadística descriptiva de los datos de esta serie. Los resultados son:

n	360
Valor mínimo	-2.7
Valor máximo	99.1
Media	28.22
Desviación Estándar	19.05
sesgo	0.129
Kurtosis	3.2

El número de observaciones que se toman son $n = 360$, ya que son los datos mensuales de 30 años. El valor máximo que se registra es de 99.1% que se dio en marzo de 1989, durante el gobierno del Dr. Rodrigo Borja Cevallos, mientras que el valor mínimo de esta serie, que es -2.7, se da en abril de 1970, durante la quinta presidencia del Dr. José María Velasco Ibarra, periodo en el cual se registra el proceso conocido como deflación, o sea un decrecimiento en el valor del IPCU, recalcando además que es el único caso en esta serie que presenta este fenómeno. Los valores de sesgo y kurtosis nos indican que existe asimetría hacia la

izquierda, y que la picudez de la distribución de estos datos es menor que la de la distribución normal estándar.

El **histograma** de frecuencias de esta serie se presenta en el **Gráfico 3.2**.



Construimos un intervalo al 95% de confianza para la media de la población y el resultado es:

$$26.25 < \mu < 30.20$$

Hacemos un contraste de **hipótesis** para la media de la poblacional de la serie variación del IPCU, donde:

H_0 : La inflación promedio de esta serie es 28%

VS.

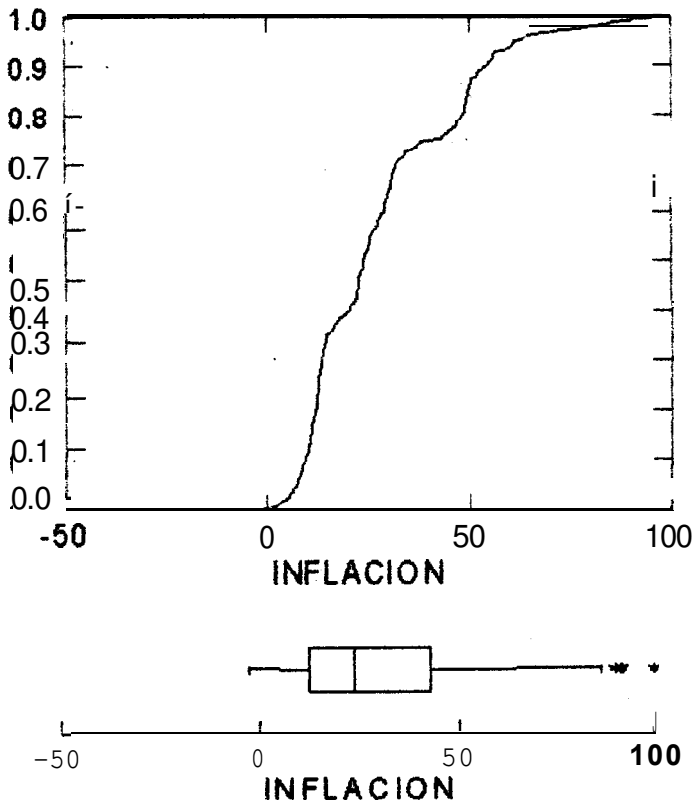
H_1 : No se da H_0

El **valor p** de la prueba es 0.821, por lo que **podemos** afirmar que hay suficiente evidencia estadística para aceptar H_0 , es decir que la **inflación** promedio de la serie variación del IPCU es 28%.

La ojiva y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.1**

Figura 3.1

Ojiva y diagrama de cajas de la serie variación del IPCU



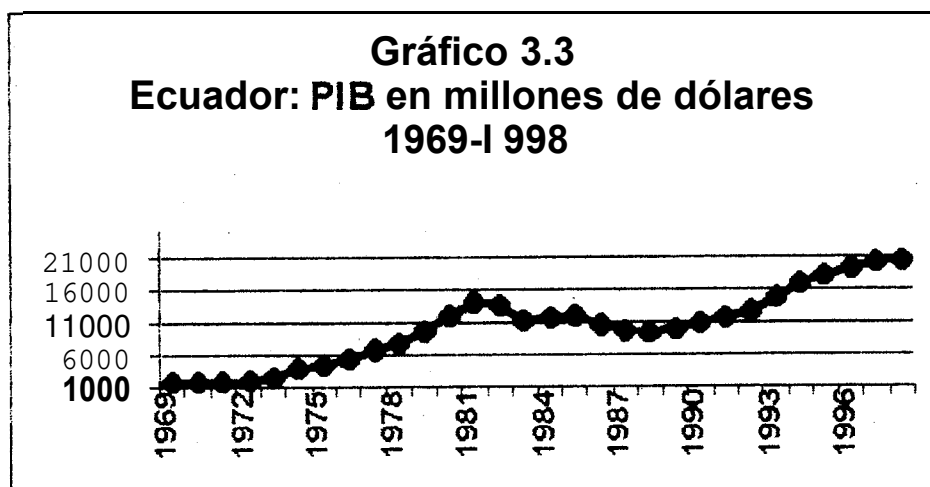
El cuartil 1 es $Q_1=12.55$, es decir que el 25% de los valores de la inflación anual son menores o iguales a 12.55. El segundo cuartil $Q_2=23.85$, corresponde a la mediana de la variable **inflación** en este periodo. $Q_3=42.8$, y representa el valor de la variable tal que el 75% de las observaciones son menores o iguales a este valor. La diferencia entre Q_3 y Q_1 ($Q_3 - Q_1$), se la conoce como **rango Intercuartil**, que es una medida de dispersión, y cuyo valor en esta variable es de 30.25. El valor máximo $X_{(n)}$ registrado en marzo de 1989, y el valor de 91.3% ocurrido en abril de 1989 son considerados aberrantes, y representados con un * en el diagrama de cajas.

3.2 Análisis univariado de otras series

Conjuntamente con la inflación se realiza el análisis univariado de otras series macroeconómicas importantes, y que nos ayudan a comprender mejor las razones que determinan su comportamiento.

3.2.1 Producto Interno Bruto (PIB)

El PIB expresa el valor total de los bienes y servicios de uso final de una economía, generados por los agentes económicos durante un periodo determinado, que en este caso es un año. Los datos del PIB de los años 1970 hasta 1998. se presentan en la *Tabla XIII*, y están dados en millones de dólares. La gráfica de esta serie se presenta en el *Gráfico 3.3*.



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

La estadística descriptiva de esta serie se presenta a continuación:

n	30
Valor Máximo	28327
Valor Mínimo	1602
Media	10068.833
Desviación Estándar	5610347
Sesgo	0.427
Kurtosis	-0.675

Por estos valores **podemos decir** que esta **población** esta sesgada hacia la izquierda, y que tiene una picudez mayor a la de una **distribución normal estándar**.

Construimos un intervalo al 95% de confianza para la media, resultando el siguiente intervalo:

$$7973.970 < \mu < 12163.297$$

El histograma de frecuencias del **PIB** es el que se presenta en el **Gráfico 3.4**.

Hacemos un contraste de hipótesis para la media, donde:

H_0 : la media del **PIB** en este período es 10100 millones de dolares

vs.

H_1 : No se da H_0

El valor p de la prueba es 0.976, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia estadística para aceptar H_0 , es decir que la media del PIB en este período es 10100 millones de dólares.

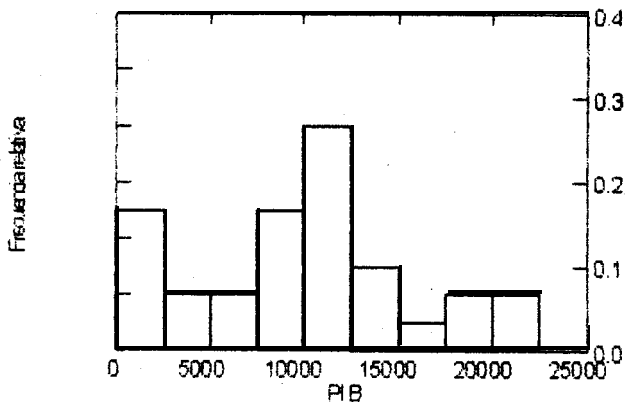
Tabla XIII

**Producto Interno Bruto ecuatoriano en millones de dólares
(1969-1998)**

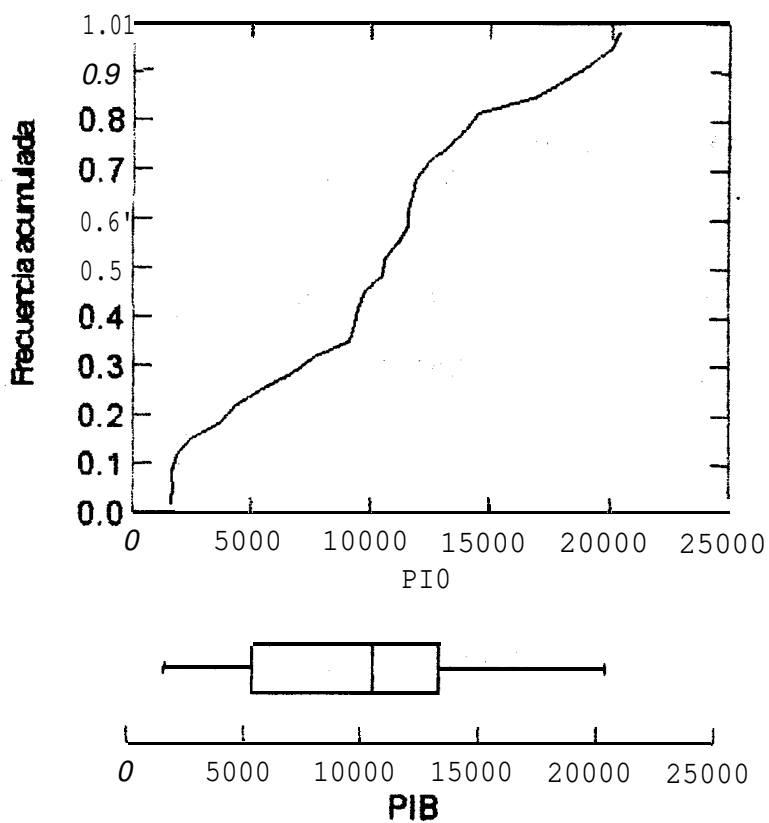
M O	PIB
1969	1075
1970	1829
1971	1802
1972	1874
1973	2489
1974	3711
1975	4310
1976	5317
1977	6655
1978	7054
1979	9353
1980	11733
1981	13946
1982	13354
1983	11114
1984	11510
1985	11890
1986	10515
1987	0450
1988	912%
1989	9714
1990	10569
1991	11525
1992	12430
1993	14540
1994	16880
1995	18006
1996	19157
1997	20007
1998	20327

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dévalos.

Gráfico 3.4

Histograma de frecuencias del PIB(1969-1998)

La ojiva y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.2**. El PIB es una serie creciente en casi todo el período, sus valores mínimo y máximo se presentan en los años 1971 y 1998 respectivamente. Presenta asimetría hacia la izquierda en su histograma, y su picudez es menor a la de la distribución normal estándar. $Q_1 = 5317$ es decir que el 25% de las observaciones son menores o iguales a Q_1 . El segundo cuartil (Q_2), que corresponde al valor de la mediana de esta serie que es 10542. El tercer cuartil $Q_3 = 13354$. El valor máximo de la variable es 20327 millones de dólares registrado en 1998.

Figura 3.2**Ojiva y diagrama de cajas para el PIB (1969-1998)**

3.2.2 Tipo de Cambio

En esta serie se presenta la cantidad que se **debió** pagar en sucres para adquirir un dólar norteamericano al final de cada **año**. La serie es presentada en la **Tabla XIV**, y está dada en sucres corrientes.

Esta **serie** es de gran importancia ya que se considera que **está** estrechamente ligada a la **inflación**.

En el **Gráfico 3.5** se presenta el gráfico de esta serie de datos.

La **estadística** descriptiva de esta serie es la siguiente:

n	30
Valor Máximo	6480
Valor Mínimo	18
Media	934.487
Desviación Estándar	1582.577
Sesgo	0.427
Kurtosis	5.317

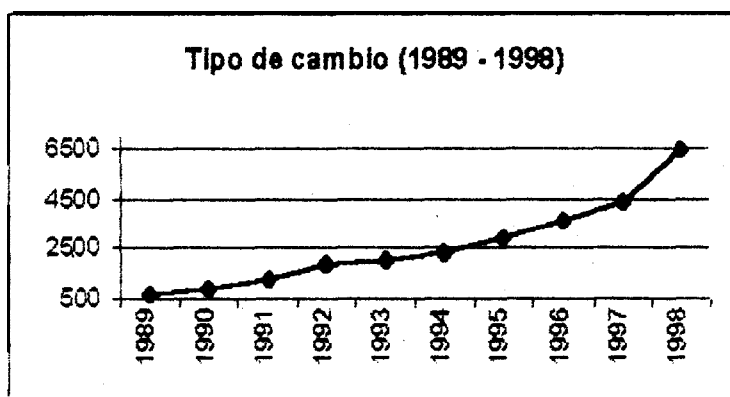
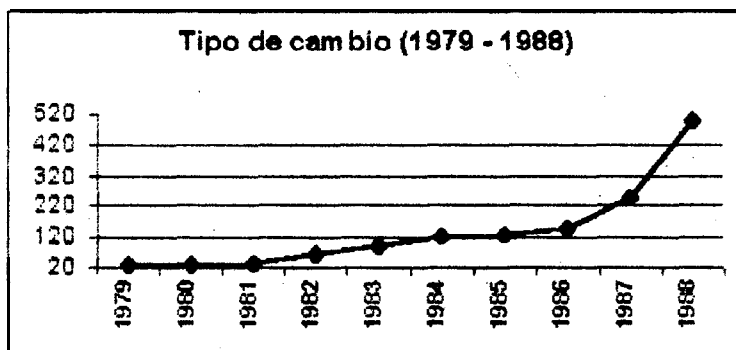
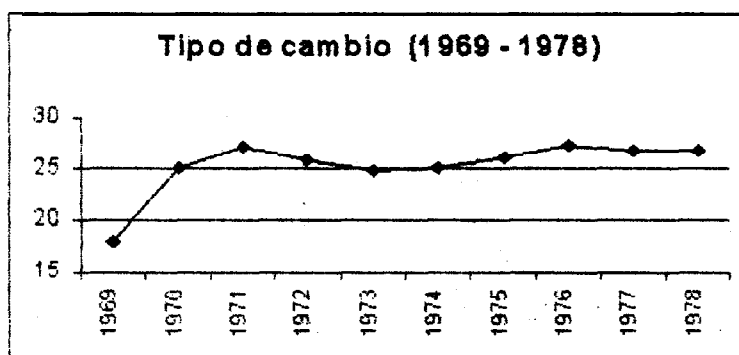
El intervalo para la media la 95% de **confianza** es el siguiente:

$$343.543 < \mu < 1525.431$$

La **estadística** descriptiva nos muestra que esta serie es creciente en casi todo su dominio, por **lo** que su valor máximo se da en 1998, y su valor **mínimo** en 1969. Presenta además asimetría hacia la izquierda, y una **picudez** menor a la de una **distribución** normal estándar. Al final del primer **año** de gobierno del Dr. Jamil Mahuad, el Tipo de Cambio rebasaba la barrera de los \$1.11 000 por dólar, y

cerró 1999 bordeando los S/. 20000 por dólar. En enero del 2000 se decretó la **dolarización** de la **economía** ecuatoriana a un tipo de cambio de S/. 25000 por **dólar**. De mantenerse este esquema, este **tipo** de análisis a futuro no tendrá aporte alguno.

Gráfico 3.5



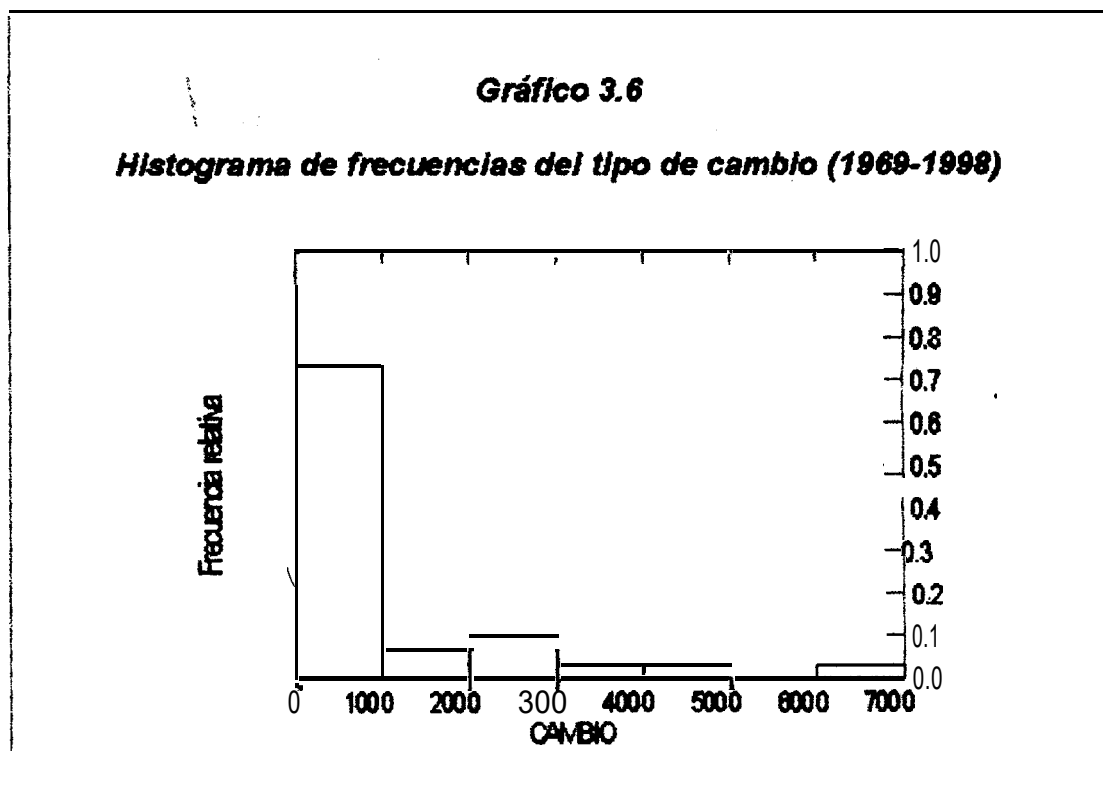
Fuente: *Economía ecuatoriana en cifras*. Alberto Serrano Dávalos

Tabla XIV**Tipo de cambio en sucres por dólar americano (1969-1998)**

M O	Tipo de Cambio
1969	18
1970	25
1971	27.1
1972	25.8
1973	24.8
1974	25.
1975	26
1978	27.2
1977	26.7
1978	28.8
1979	27.2
1980	28
1981	33.3
1982	62.9
1983	87.8
1984	118.9
1985	125.8
1986	145.6
1987	246.9
1888	499
1989	861.2
1990	391.6
1991	1284.1
1992	1873.5
1993	2014.5
1994	2298.1
1995	2914.8
1996	3598.2
1997	4 3 9 3
1998	0480

Fuente: Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.

El **Gráfico 3.6** presenta el histograma de frecuencias de esta serie de datos.



Hacemos un contraste **de hipótesis** para la **media**, donde:

H_0 : La **media** del-tipo de cambio 8s **S/.** 950 por dólar para el **periodo**
1969 - 1998

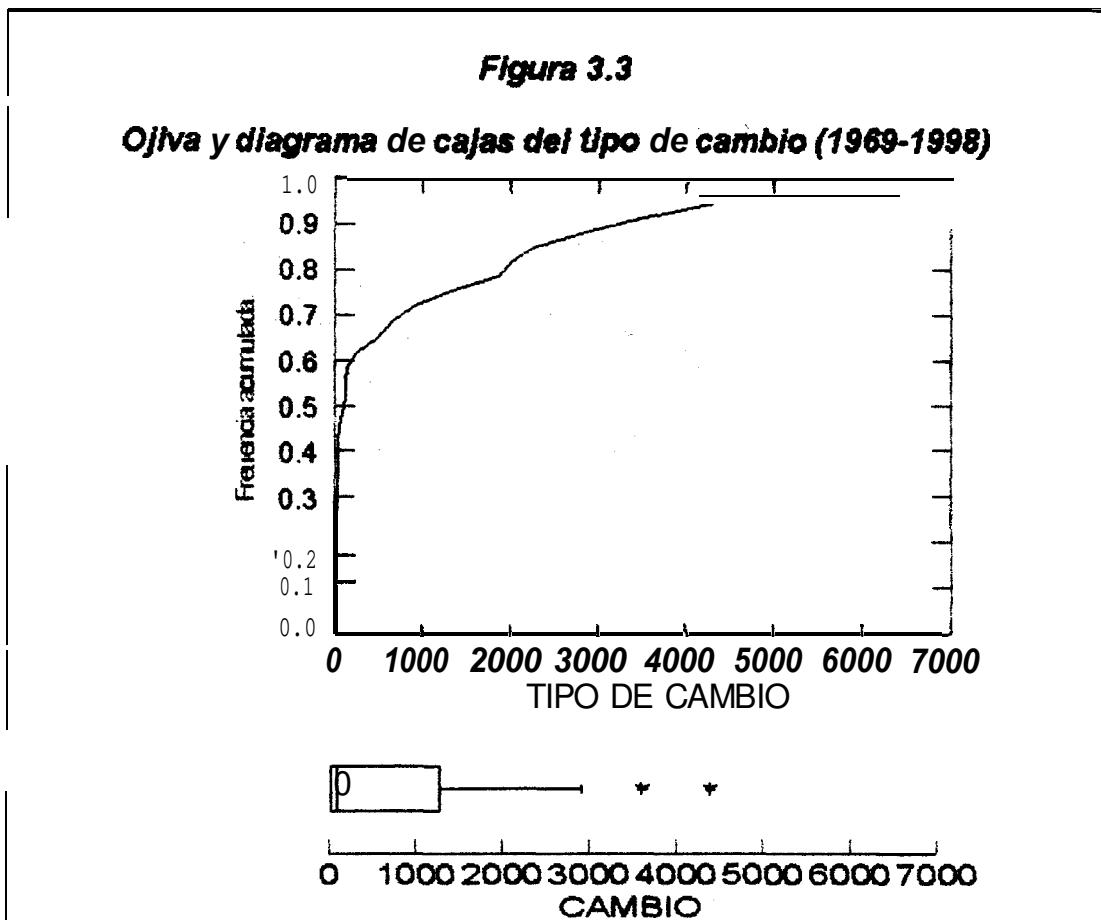
VS.

H_1 : **No se da H_0**

El valor **p** de la **prueba** 8s 0.958, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia estadística para aceptar **H_0** . Entonces

podemos decir que la media del valor del **dólar** desde 1969 hasta 1998 fue de 950 sucres por dólar.

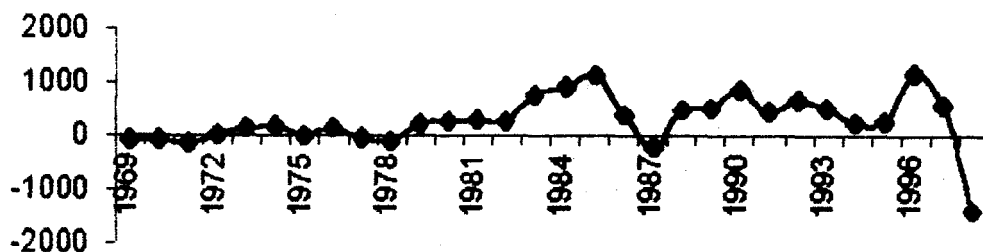
La **ojiva** y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.3**. En esta figura apreciamos los **cuartiles** de esta serie. $Q_1 = 26.8$, La mediana Q_2 es 103.35. El tercer **cuartil** Q_3 es 1284.1 lo que quiere decir que el 75% de las **observaciones** son **menores o iguales a** este valor. Además se encuentran 3 valores aberrantes representados por **asteriscos (*)**, que corresponden a los 3 valores finales de la serie.



3.2.3 Balanza Comercial

La **Balanza** Comercial expresa la diferencia entre las exportaciones **FOB** (free **on** board, término que se utiliza para **señalar** que el precio de venta de un producto incluye el costo de la **colocación** de la mercadería a bordo de una nave) y las importaciones FOB de mercancías, realizadas durante un periodo determinado. La **Tabla** XV presenta los montos de la balanza comercial en millones de dólares FOB. El **gráfico** de esta serie se presenta en el **Gráfico** 3.7.

Gráfico 3.7
Balanza comercial (1969-1998)



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

Tabla XV

Ecuador: Balanza comercial en millones de dólares FOB (1969 – 1998)

Mo	Balanza Comercial
1969	- 8 9 . 9
1970	-83.9
1971	-141
1972	7.7
1973	134.2
1974	185.1
1975	-48.2
1976	134.2
1977	- 7 2 . 8
1978	-136.4
1979	187.1
1980	256.7
1981	295.2
1982	249
1983	780.7
1984	904.6
1985	1138
1986	375.6
1987	-225.9
1988	480
1989	499.1
1990	859
1991	452
1992	670
1993	503
1994	220.7
1995	258.5
1996	1166.3
1997	557
1998	-1400

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.*

El comportamiento de este rubro es importante, ya que representa la diferencia de las exportaciones menos las importaciones realizadas por nuestro país. Su análisis univariado es:

n	30
Valor Máximo	1166.300
Valor Mínimo	- 1 4 0 0
Media	269.253
Dssviación Estándar	489.660
sesgo	0.427
, Kurtosis	3.965

ta inestabilidad de la economía de nuestro país se hace notoria %n esta **estadística descriptiva**, ya que en el lapso de 2 años pasamos de la balanza comercial más favorable de este periodo (1996), a la más desfavorable (1998). El **histograma de esta serie** presentará asimetría hacia la izquierda ya que su **valor** de sesgo es mayor a 0, y será menos picuda **que** el **gráfico** de. una **población normal estándar**, dado su valor de kurtosis mayor a 3.

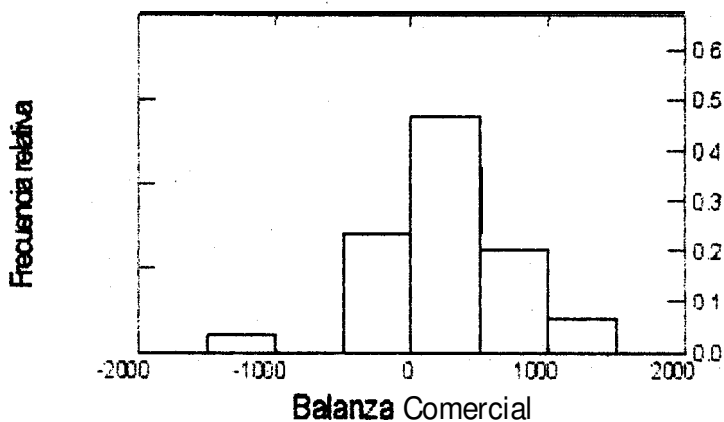
El intervalo para la media al **95% de** confianza se presenta a continuación:

$$86.411 < \mu < 452.67$$

El histograma para esta serle de **datos** se presenta en el **Gráfico** 3.8.

Gráfico 3.8

**Histograma de frecuencias de la balanza comercial
(1969-1998)**



Contrastamos hipótesis para el valor de la media la balanza comercial de este periodo:

H_0 : La media de la balanza comercial de este periodo es 270 millones de **dólares**

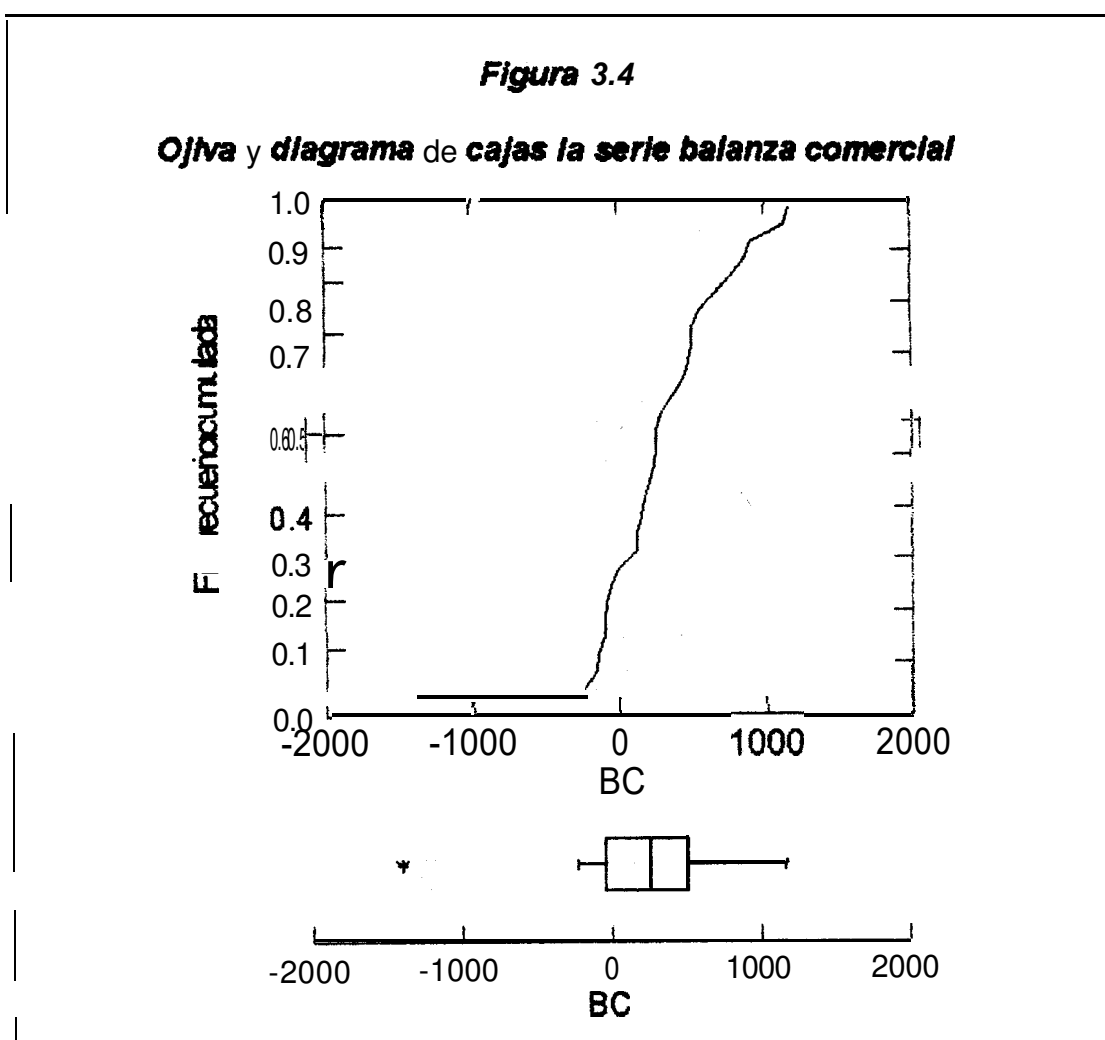
VS.

H_1 : No se da H_0

El valor p de la prueba es 0.993, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia **estadística** para aceptar H_0 . Dado que el **valor** de la media es positivo se concluye que desde 1969 hasta 1,998 el Ecuador ha tenido un saldo positivo en sus relaciones

comerciales con el resto ~~del~~ mundo, por lo que a la falta de mercados para los productos ecuatorianos no se le puede atribuir la crisis económica actual.

La **ojiva** y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.4**,



Notamos que la balanza comercial tiene un valor aberrante negativo, que corresponde al mínimo valor de la **serie**. El primer **cuartil también** es un valor negativo $Q_1 = -46.2$ y el 25% de los **valores** de la balanza comercial son menores o iguales a -46.2 . La mediana es 252.85 . El tercer **cuartil** $Q_3 = 503$ millones.

3.2.4 Deuda Externa

El monto de la deuda externa **está** dado en millones de dólares, **y** representa el total (incluidos los intereses **y** de **capital** que et Ecuador **adeuda** a los diferentes organismos internacionales, tanto la deuda pública como la privada. En la **Tabla XVI** se presenta los montos de la deuda externa en el periodo comprendido por los **años** 1970 hasta 1998.

Este rubro ha representado una **gran** carga para el **pais**, que por lo general la depositan en los hombros del pueblo mediante Impuestos y aumento de precios de los servicios que presta el estado, lo que aumenta el crecimiento **inflacionario**. EJ gráfico de esta serie se presenta en el **Gráfico** 3.9.

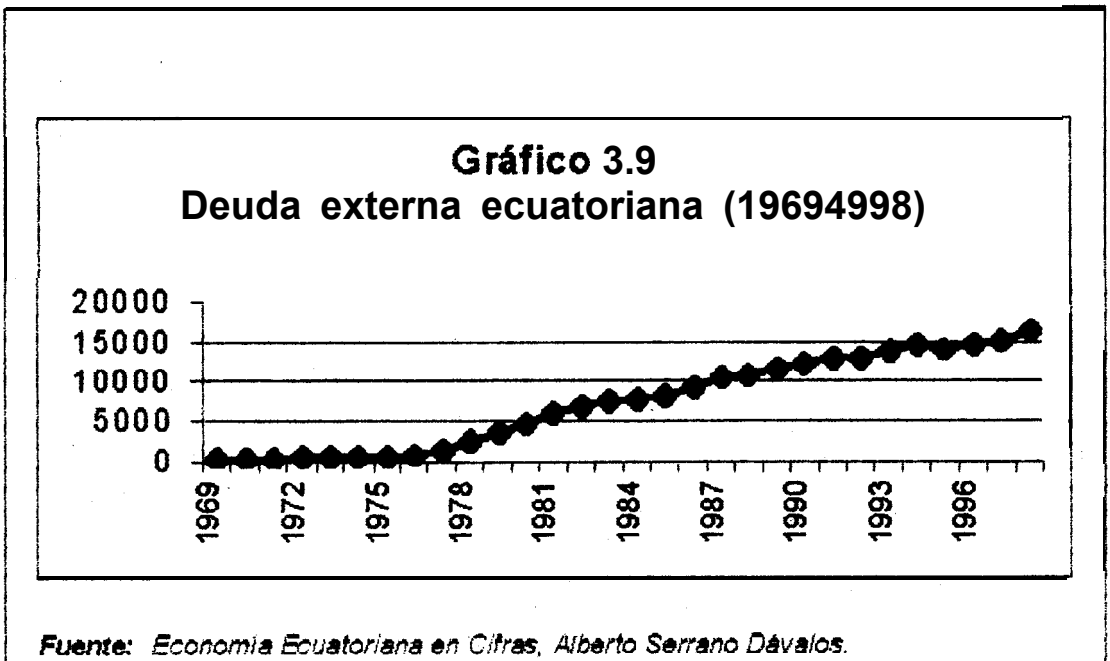


Tabla XVI**Ecuador: Deuda externa en millones de dólares (1969-1998)**

Año	Deuda Externa
1969	213.1
1970	2 4 1 . 5
1971	280.8
1972	343.9
1973	380.4
1974	410
1975	512.7
1978	893.1
1977	'1283.7
1978	2 3 1 4 . 2
1979	3554.1
1980	4801.3
1981	5888.1
1982	8832.8
1983	7380.7
1984	7598
1985	8110.7
1988	9082.7
1987	10355.5
1988	10888.8
1939	11532.8
1990	12222
1991	12501.9
1992	12795.2
1993	13830.9
1994	14589.4
1995	13934
1998	14588.1
1997	15099.2
1998	18399

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos*

Los valores que se **obtuvieron** al realizar la estadística descriptiva para esta serie fueron los siguientes:

n	30
Valor Máximo	16399
Valor Mínimo	213.1
Media	7268.48
Desviación Estándar	5 5 9 8 . 4 9 4
Sesgo	0.427
Kurtosis	-1.188

Debido a que este monto ha sido casi siempre creciente, **a** excepción de 1992 en que decreció **en** 6.7 millones de dolares Son respecto **a** 1991, los valores m **ínimo** y máximo de esta serie se dan al principio y **al** final de la misma respectivamente. El histograma se presentará sesgado hacia la izquierda y con una picudez mayor **a** un gráfico normal **estándar**. El histograma de frecuencias se presenta en el **Gráfico 3.10**.

El intervalo **al 95%** de **confianza** para la media de **la** deuda externa ecuatoriana desde 1969 **a** 1998 es el siguiente:

$$5154.792 < \mu < 9382.167$$

Realizamos un contraste de hipótesis para **la** media del monto de la deuda externa, donde:

H₀: La media de la deuda externa es de 7300 millones de dolares

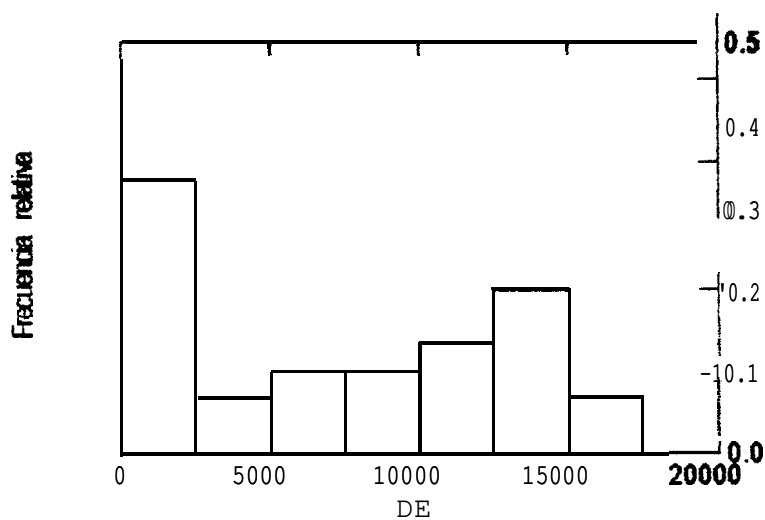
vs.

H₁: No se da **H₀**

El valor p de la prueba es 0.976, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia estadística para aceptar H_0 , es decir que la media de la deuda externa ecuatoriana para el periodo analizado es de 7300 millones de dólares.

Gráfico 3.10

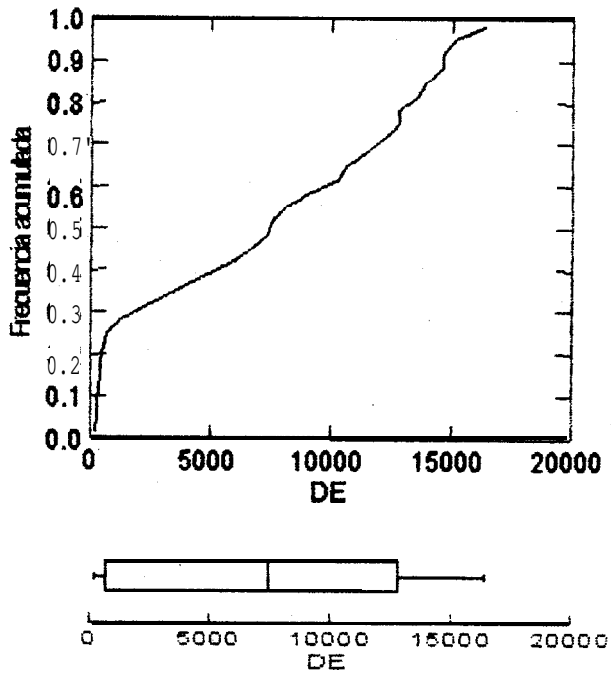
Histograma de la serie deuda externa (1969-1998)



La ojiva y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.5**.

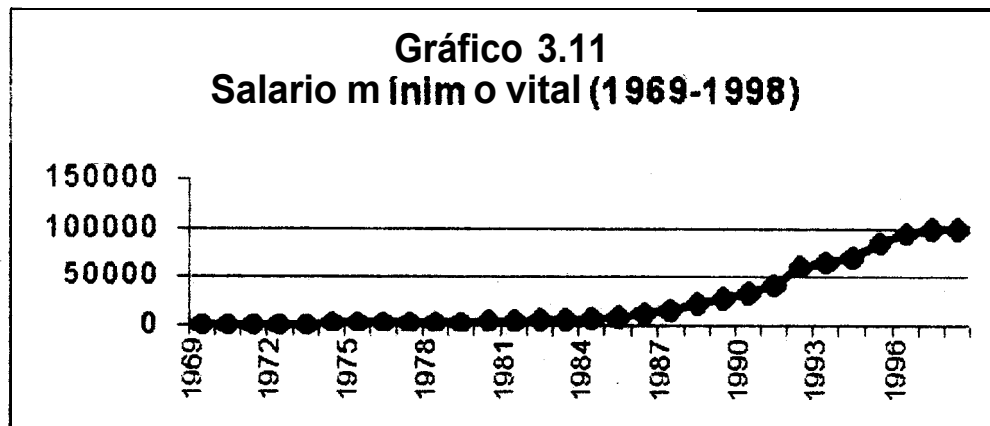
Figura 3.5

Ojiva y diagrama de cajas de la deuda externa



3.2.S Salario Mínimo Vital

Este rubro se refiere a la remuneración mínima establecida por la ley, a ser pagada a cambio de set-vicios **laborales**. Es revisado periódicamente y lo analiza el Consejo Nacional de Salarios. Los datos de esta serie se presentan en la **Tabla XVII**. El salario es clave para saber si el poder adquisitivo ha aumentado en la **misma proporción** que lo ha hecho la **inflación**. El gráfico de esta serie se presenta en el **Gráfico 3.11**.



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos

Su **estadística** descriptiva es la **que** se presenta a **continuación**:

n	30
Valor Máximo	100000
Valor Mínimo	600
Media	25633.33
Desviación Estándar	24140.312
Sesgo	0.427
Kurtosis	1.226

Tabla XVII**Ecuador: Salario mínimo vital (1969-1998)**

Año	Salario Mínimo Vital
1969	600
1970	600
1971	750
1972	750
1973	750
1974	1000
1975	1250
1976	1500
1977	1500
1978	1500
1979	2000
1980	4000
1981	4000
1982	4600
1983	5600
1984	6600
1985	8500
1986	12000
1987	14500
1988	22000
1989	27000
1990	32000
1991	40000
1992	30000
1993	66000
1994	70000
1995	35000
1996	95000
1997	100000
1998	100000

Fuente: Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.

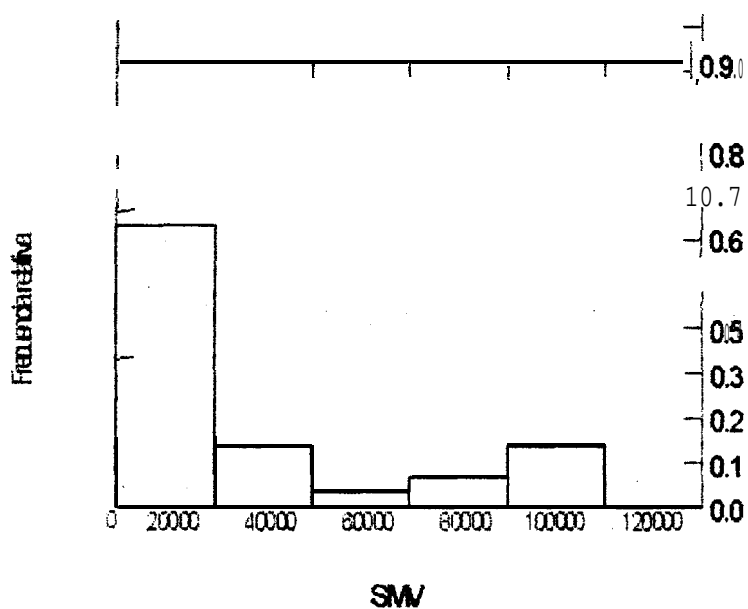
El intervalo al 95% de **confianza** para la media del **salario** mínimo vital es el siguiente:

$$12885.132 < \mu < 38381.535$$

El histograma de frecuencias se presenta en el **Gráfico 3.12**.

Gráfico 3.12

Histograma de frecuencias para el SMV (1969-1998)



El salario mínimo vital es un tema de continuas discusiones, ya que en vez de subir este rubro, lo que se hace es aumentar las bonificaciones y beneficios, por lo que esta serie no representa el ingreso mínimo real de un trabajador ecuatoriano. Es una serie

creciente en todo su dominio, por lo que el valor mínimo está en 1969, y el valor máximo está en 1998. La asimetría será hacia la izquierda si nos basamos en su sesgo, y su picudez será leptocúrtica.

El contraste de hipótesis para la media de este valor lo planteamos de la siguiente forma;

H_0 : El salario mínimo vital medio entre 1969 y 1998 es S/. 30000

Vs.

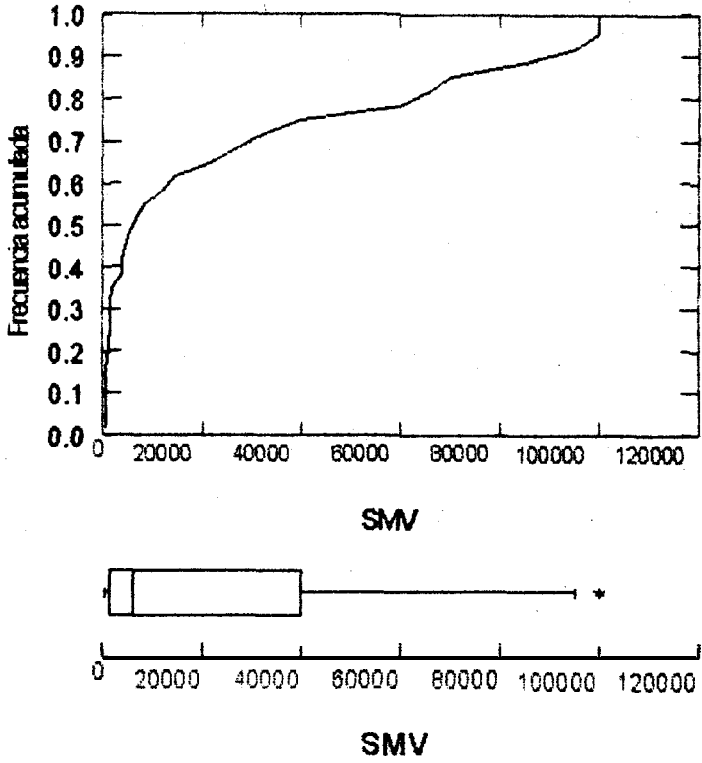
H_1 : No se da H_0

El valor p de la prueba. es 0.489, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia estadística para aceptar H_0 , o sea que la media de esta serie es la que se plantea en el contraste.

La ojiva y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.6**. Q_1 es S/. 1500, recordando que significa que el 25% de las observaciones de esta serie son menores o iguales a este valor. El segundo cuartil (la mediana) es SI. 6100. El tercer cuartil $Q_3 =$ S/. 40000, y este valor es tal que el 75% de las observaciones son menores o iguales a él. Los valores finales de los años 1997 y 1998 están representados como valores aberrantes por *.

Figura 3.6

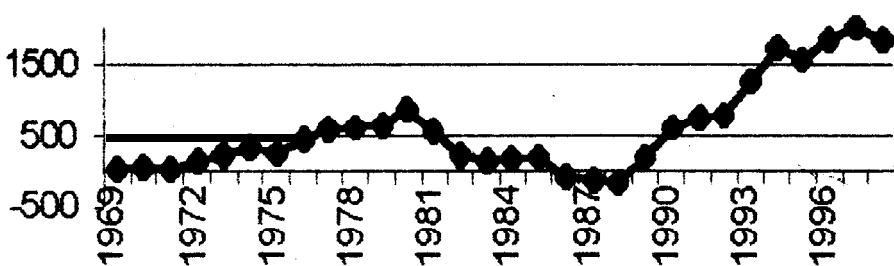
Ojiva y diagrama de cajas para el SMV (1969-1998)



3.2.6 Reserva Monetaria Internacional

La reserva monetaria **internacional** neta es la diferencia entre los **activos** y pasivos internacionales de reserva. Los activos de reserva comprenden los activos en el exterior bajo el control de las autoridades monetarias para el financiamiento directo de los desequilibrios en la balanza de pagos, para la **regulación** indirecta de la magnitud de esos desequilibrios mediante **la intervención** en los mercados cambiarios, a fin de influir sobre el tipo de cambio u otros fines de **política** económica. Los pasivos internacionales son obligaciones de corto plazo pagaderos en moneda extranjera, **cuyo** vencimiento tiene vigencia máxima de un **año**. Los datos de esta serie se presentan en la **Tabla XVIII** y **están** dados en millones de **dólares**. El **Gráfico 3.13** muestra el comportamiento de esta serie.

Gráfico 3.13
Reserva monetaria internacional
(1969-1998)



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

Tabla XVIII**Reserva monetaria Internacional del Ecuador en millones de dólares****(1969-1998)**

Año	RMI
1969	39
1870	55
1971	25
1972	128
1973	226
1974	339
1975	246
1976	434
1977	570
1978	801
1979	631
1980	847
1981	563
1982	210
1983	151
1984	171
1985	196
1886	-75
1987	-151
1988	-176
1989	203
1990	603
1991	760
1992	782
1993	1254
1994	1712
1995	1557
1996	1831
1997	1989
1998	1830

Fuente: Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.

Su estadística descriptiva es la que se presenta a **continuación**:

n	30
ValorMáximo	1989
ValorMínimo	-176
Media	585.367
DesviaciónEstándar	634.243
Sesgo	0.427
Kurtosis	0.862

El valor **mínimo se** da en 1987, debido que se destinaron fondos **de** la reserva monetaria para afrontar los **daños** y perjuicios causados **por** U n **terremoto, que incluso destruyó parte del oleoducto. La** **asimetría** del histograma será hacia la izquierda y su picudez se presentará de forma **leptocúrtica**.

El intervalo al 95% de confianza para la media es el siguiente:

$$348.536 < \mu < 822.197$$

Hacemos un contraste de hipótesis para la media, donde:

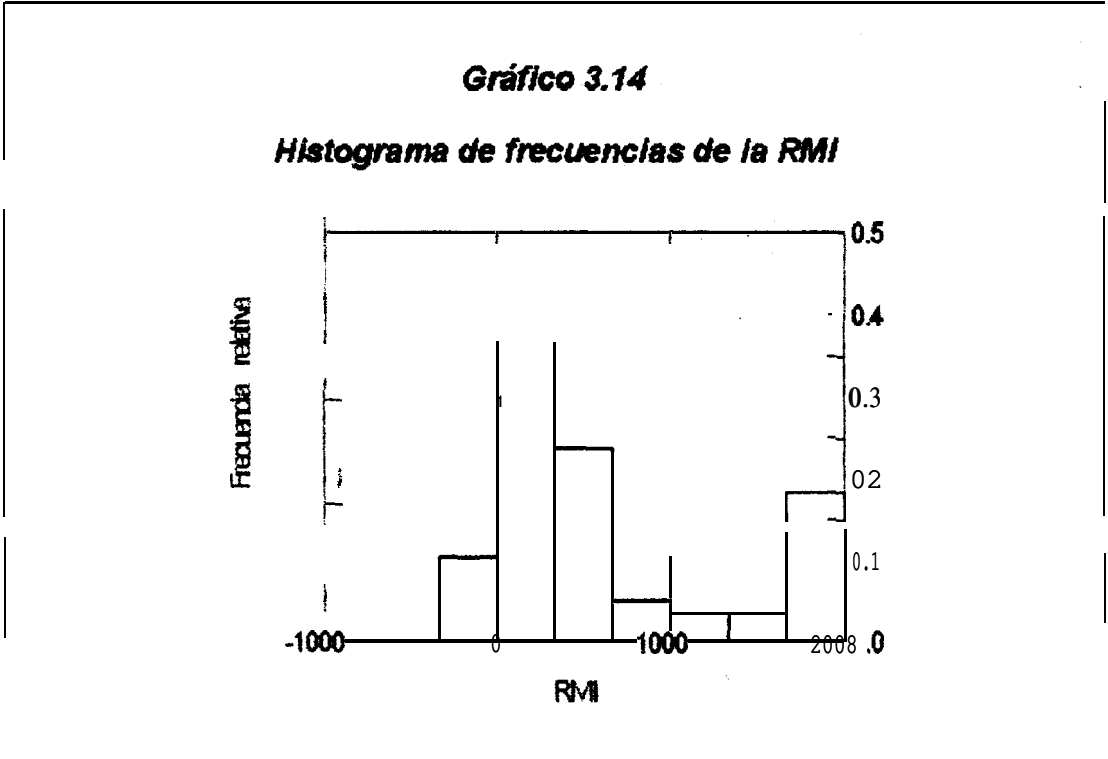
H₀: La RMI es 600 millones de **dólares** en promedio

VS.

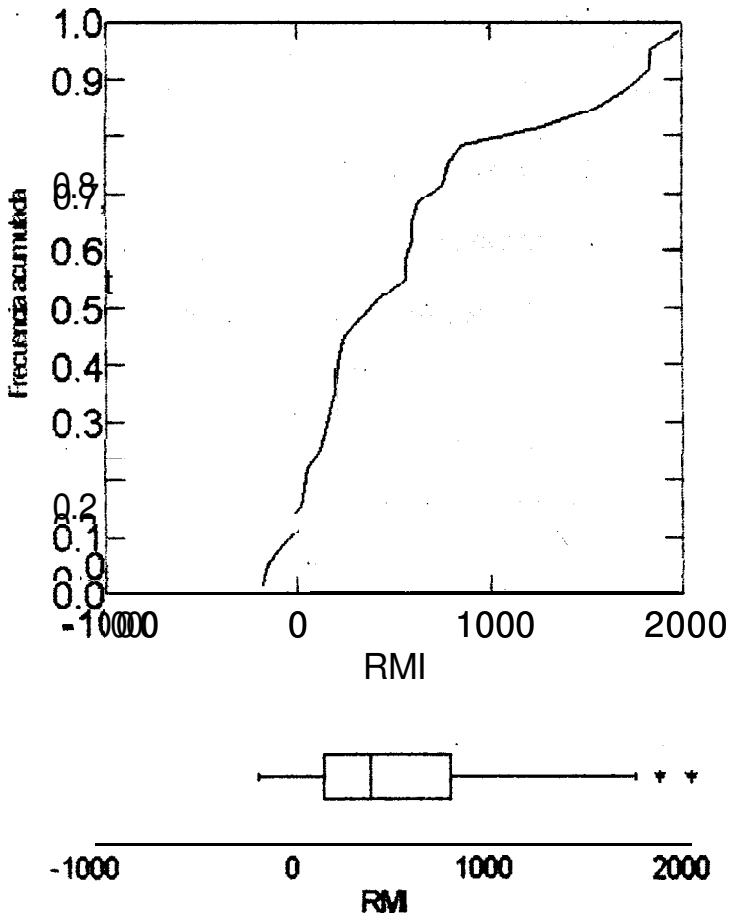
H₁: No **se** da **H₀**

El valor p de la prueba **es** 0.9, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia **estadística** para aceptar **H₀**, por lo que el valor propuesto en la hipótesis nula de 600 millones de **dólares** es el de la media de la reserva monetaria en este periodo.

El histograma de frecuencias se presenta en el **Gráfico 3.14**.



La **ojiva** y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.7**. El cuartil 1, $Q_1 = -176$ millones de dólares se dio en 1988. El cuartil 2 que representa **también** la mediana es 386 millones de USD. El cuartil 3, Q_3 es 782 millones de dólares. El valor máximo ocurrido en 1997 y el valor de 1996 son tomados como valores aberrantes.

Figura 3.7**Ojiva y diagrama de cajas de la RMI (1969-1998)**

3.2.7 Emisión monetaria

Es la **creación** primaria de dinero; **está** constituida por los billetes y las monedas **metálicas** emitidas y puestas en **circulación** de **acuerdo** al **artículo** 6 de la Ley de **Régimen** Monetario y Banco del Estado. Contablemente es la diferencia entre los billetes y monedas **metálicas** emitidas por el BCE y el efectivo en caja del instituto emisor. En la **Tabla XIX** se muestran los montos emitidos en millones de sucres corrientes. El **gráfico** de este monto a **través** del tiempo se muestra en el **Gráfico 3.15**.

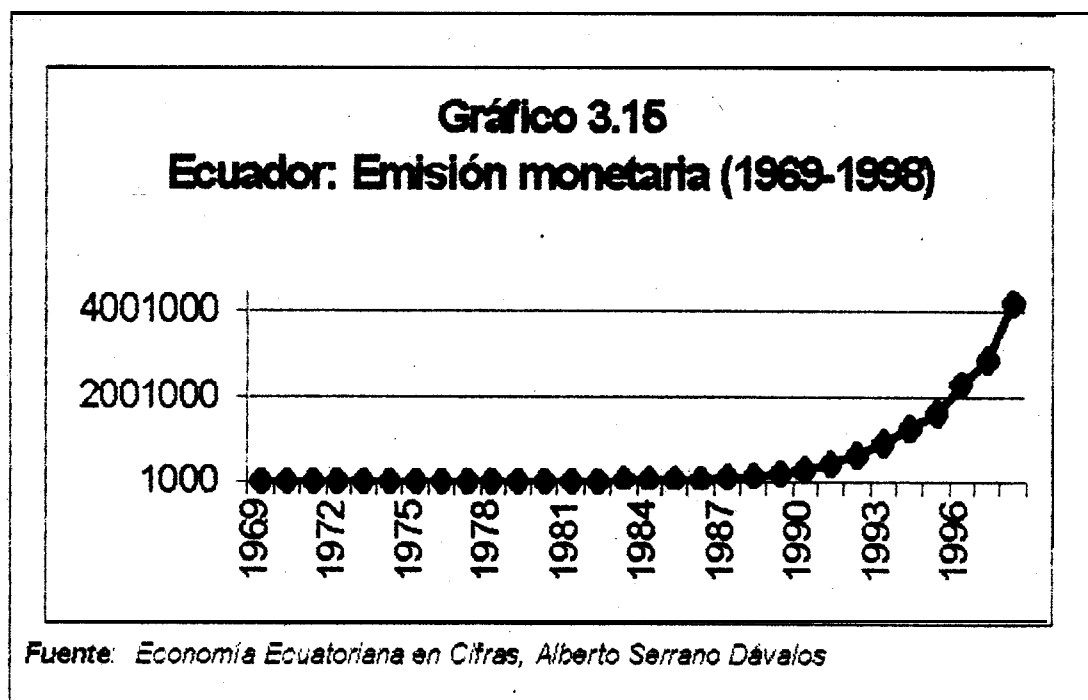


Tabla XIX

**Monto íle la emisi3n monetaria en millones de sucres
desde 1969 hasta 1998**

Año	Emisi3n Monetaria
1969	1873
1970	2470
1971	2558
1972	3085
1973	3883
1974	507%
1975	5768
1976	8048
1977	9619
1978	10913
1979	13009
198%	16163
1981	18334
1982	21582
1983	26316
1984	37845
1985	48526
1986	59568
1987	50252
1988	132485
1989	190402
1990	294719
1991	425504
1992	861013
1993	933158
1994	1268867
1995	1808001
1998	2321693
1997	2906495
1998	4192128

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dévalos.*

El resultado de la **estadística** descriptiva es el que se presenta a continuación:

n	30
Valor Máximo	4192128
Valor Mínimo	1873
Media	510273.800
Desviación Estándar	1007608.802
Sesgo	0.427
Kurtosis	6.917

De igual forma que **series** anteriores, esta es creciente, y su valor mínimo está al inicio de **la** serie, y su valor máximo al final. Se presentara sesgada hacia la izquierda y **platicúrtica**.

Si construimos un intervalo al 95% de confianza para la media obtenemos lo siguiente:

$$134026.519 < \mu < 886521.081$$

Planteamos el siguiente contraste de hipótesis **para** la media:

H₀: La **emisión** monetaria promedio es de **S/. 510000** millones

VS.

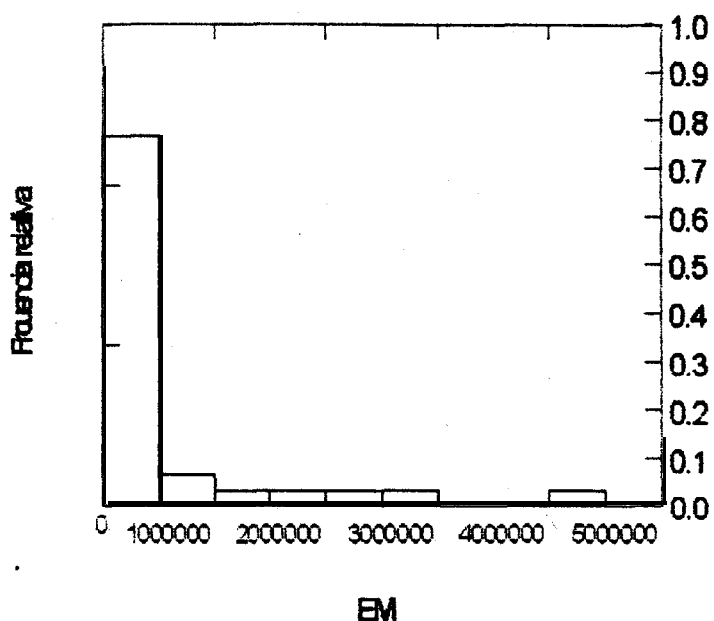
H₁: No se da **H₀**

El valor p de la prueba es 0.999, por lo que podemos afirmar que hay suficiente evidencia estadística para aceptar **H₀**. En promedio la **emisión** monetaria de este periodo ha sido de **S/. 510000** millones.

El histograma de frecuencias se presenta en el **Gráfico 3.16**.

Gráfico 3.16

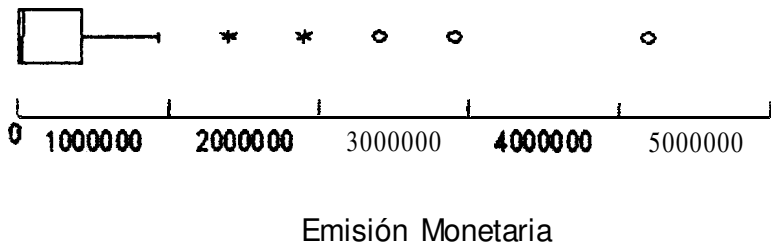
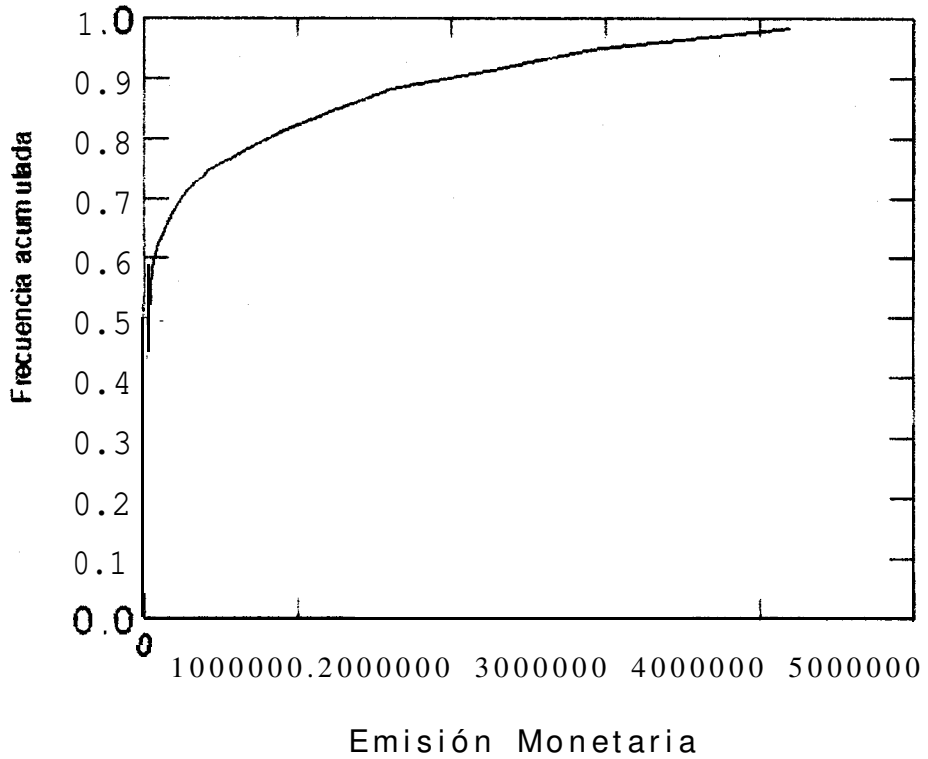
Histograma de frecuencias de la emisión monetaria



La ojiva y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.8**. El cuartil 1 (Q_1) es S/. 8048 millones. La mediana es S/. 32230 millones. $Q_3 =$ S/. 425504 millones. En esta variable se presentan varios valores aberrantes.

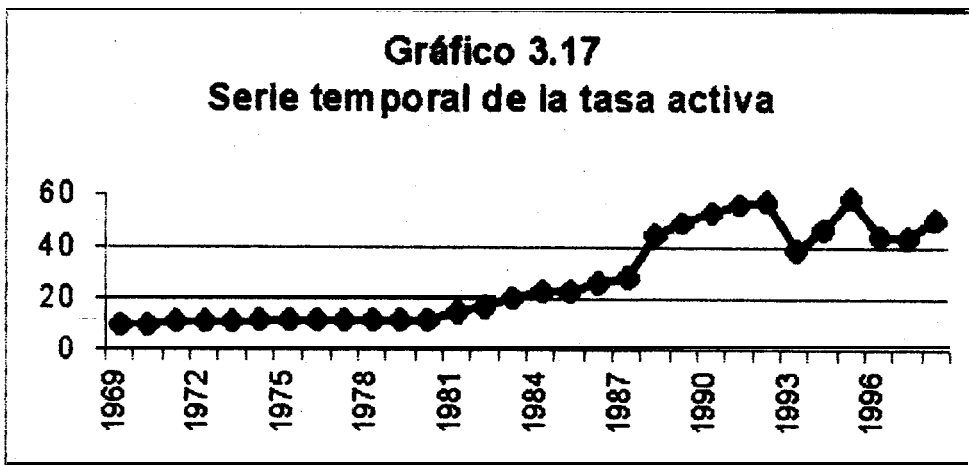
Figura 3.8

Ojiva y diagrama de cajas de la emisión monetaria (1969-1998)



3.2.8 Tasa de Interés activa

Es el porcentaje que cobran las entidades financieras sometidas al control de la Superintendencia de Bancos, a las personas naturales o jurídicas que requieran un préstamo de dinero. Estas tasas se presentan en la Tabla XX. En el Gráfico 3.17 se presenta en la gráfica de esta serie.



Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

La estadística descriptiva es la que se presenta a continuación:

n	30
valor Máximo	58.4
Valor Mínimo	10
Media	27.627
Desviación Estándar	17.633
<i>sesgo</i>	0.427
Kurtosis	0.091

Tabla XX**Ecuador: Tasa activa de Interés (1969-1998)**

Año	Tasa activa.
1868	10
1870	10
1871	11
1872	11
1873	11
1874	12
1975	12
1876	12
1977	12
1978	12
197%	12
1880	12
1981	15
1982	17
1883	20
1884	23
1885	23
188%	28
1887	28
1988	44.5
1989	48.1
1880	53
1881	55.8
1992	57.3
1893	38.8
1994	46.1
1895	58.4
1886	43.8
1997	42.8
1888	50.2

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras, Alberto Serrano Dávalos.*

Su valor **máximo** de **58.4%** se da en el **año** de 1995, y **el mínimo** en los 2 primeros años de la serie. Su valor de **kurtosis** nos advierte un **gráfico leptocúrtico**, mientras su sesgo será hacia la izquierda.

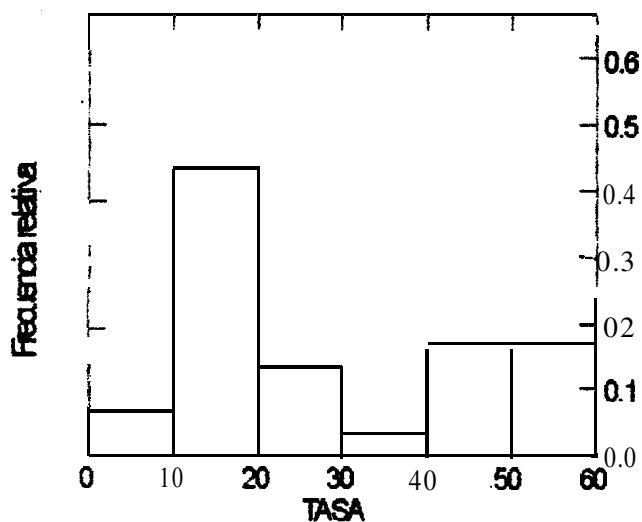
El intervalo al 95% de confianza para la media es el siguiente:

$$21.043 < \mu < 34.211$$

El histograma de frecuencias se presenta en el **Gráfico 3.18**.

Gráfico 3.18

Histograma de las tasas de interés activa desde 1969 a 1998



Para la media de esta serie hacemos el contraste presentado a continuación:

H_0 : La tasa activa promedio es del 25%

VS.

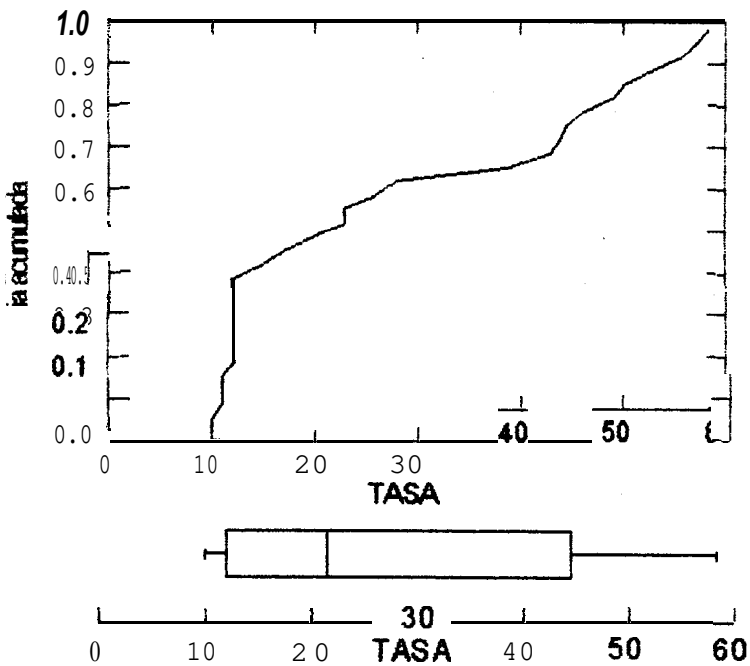
H_1 : No se da H_0

El valor p de la prueba es 0.421, por lo que podemos afirmar que hay **suficiente** evidencia **estadística para** aceptar H_0 , es **decir** que el promedio de la tasa activa en este periodo ha sido 25%

La ojiva y el diagrama de cajas se presentan en la **Figura 3.9**.

Figura 3.9

Ojiva y diagrama de cajas de la tasa activa de interés



El diagrama de cajas de **la** tasa activa de **interés** nos muestra un primer cuartil $Q_1 = 12\%$, que significa que el 25% de las observaciones de esta variable son menores o **iguales** a este valor. El segundo cuartil, cuyo valor es la mediana, y es tal que el 50% de las observaciones son menores o iguales a este valor es $Q_2 = 21.5\%$. $Q_3 = 44.5\%$, o sea que el 75% de las **observaciones** son menores o iguales a Q_3 . El valor **máximo** de la serie que es 58.4% **corresponde** al valor registrado en 1995.

3.3 Análisis Multivariado

Para hacer et **análisis** multivariado se han considerado las 9 series anteriores, con ta **variación** porcentual **del IPCU** en diciembre de cada año. **Además** se incluye ta variable **IPCU**, que es et **índice** de precios **al** consumidor urbano, con **año** base en septiembre 1994 a agosto **de** 1995. Esta **última** serie **se** ta presenta **en** ta **Tabla XXI**.

Las variables serán denotadas de ta siguiente forma:

X_1 = Inflación

X_2 = **PIB**

X_3 = Balanza Comercial

X_4 = Salario Mínimo **Vital**

X_5 = Deuda Externa

X_6 = Reserva Monetaria Internacional

X_7 = Tipo **de** Cambio

X_8 = **Emisión** Monetarta

X_9 = Tasa **Activa** de **Interés**

X_{10} = **IPCU**

La variable **Inflación** (X_1) corresponde a ta variación porcentual **del IPCU** en diciembre de cada **año**, mientras que ta variable **IPCU**

(X_{10}) corresponde al valor absoluto del índice al final del arlo respectivo.

Tabla XXI

Ecuador: IPCU a diciembre de cada año (1969-1998)

M O	IPCU
1969	0.29
1970	0.32
1971	0.34
1972	0 . 3 6
1973	0.42
1974	0.52
1975	0.58
1978	0.85
1977	0.73
1978	0.81
1979	0.29
1980	0.99
1981	1.16
1982	1.44
1983	2.19
1984	2.74
1985	3.41
1986	4.35
1987	5.78
1988	10.89
1989	18.49
1990	24.88
1991	38.73
1992	58.88
1993	77.08
1994	98.64
1985	118.85
1998	149.04
1997	177.1
1998	241

Fuente: *Economía Ecuatoriana en Cifras*, Alberto Serrano Dávalos.

3.3.1 Matriz de Correlaciones

La **matriz** de datos conformada por las variables enunciadas se presenta en el **Anexo 3**, y de ella se obtiene la matriz de **correlaciones**, que es la siguiente:

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
X_1	1									
X_2	0.393	1								
X_3	0.277	0.214	1							
X_4	0.377	0.814	0.051	1						
X_5	0.658	0.883	0.260	0.852	1					
X_6	0.045	0.776	-0.020	0.877	0.633	1				
X_7	0.306	0.761	-0.786	0.946	0.749	0.857	1			
X_8	0.223	0.736	-0.232	0.904	0.681	0.846	0.989	1		
X_9	0.727	0.691	0.239	0.811	0.914	0.550	0.686	0.588	1	
X_{10}	0.249	0.766	-0.174	0.947	0.729	0.880	0.996	0.992	0.651	1

Nos damos cuenta que la Inflación representada por X_1 , medida por la variación del IPCU, tiene correlaciones altas con la tasa activa de interés (X_9) y con la deuda externa (X_5).

El IPCU (X_{10}) está altamente correlacionado con el PIB (X_2), con el Salario mínimo vital (X_4), con la deuda externa (X_5), con la Reserva monetaria internacional (X_6), con el Tipo de Cambio (X_7), con la Emisión Monetaria (X_8), con la tasa activa de interés (X_9). Es decir que para nuestro análisis de regresión de X_{10} podremos considerar un mayor número de opciones. Curiosamente el IPCU no se correlaciona altamente con la inflación X_1 .

El **PIB** tiene una alta correlación con casi todas las variables, excepto con **inflación** y balanza comercial. Esto último es interesante, ya que en el **PIB** se incluyen **también** los productos de **exportación**, que es el otro rubro de la balanza comercial junto con las importaciones. Pero la balanza comercial no solo **tiene** baja correlación con el **PIB**, sino también con todas las **demás** variables consideradas para este análisis.

En general vemos que a **excepción** de las correlaciones entre **inflación** con tasa activa de **interés** y deuda externa, esta variable (**inflación**) y balanza comercial no presentan altas correlaciones con ninguna otra variable. Las demás variables tienen entre si correlaciones mayores a 0.5, que las podemos considerar como altas.

3.3.2 Análisis de componentes principales

Si aplicamos el **método** de las componentes principales utilizando **los** datos originales, logramos un porcentaje de **explicación** del 99.97% de la **varianza** total con **la** primera componente. Sus valores propios son:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 1.016 \times 10^{12} & \lambda_2 &= 2.264 \times 10^8 & \lambda_3 &= 1.437 \times 10^7 & \lambda_4 &= 2805709.814 \\ \lambda_5 &= 0.183 & \lambda_6 &= 31592.057 & \lambda_7 &= 9810.283 & \lambda_8 &= 91.123 \\ & & \lambda_9 &= 14.057 & \lambda_{10} &= 1.766 \end{aligned}$$

La matriz de cargas de la primera y segunda componentes es:

	Y₁	Y₂
X₁	4.304	8.387
X₂	4132.756	2125.000
X₃	-113.594	306.775
X₄	30886.188	14516.400
X₅	3856.514	3289.218
X₆	536.785	162.942
X₇	1565.630	187.840
X₈	1007608.694	-466.620
X₉	10.373	11.743
X₁₀	61.463	7.057

Si aplicamos Varimax a los datos **originales**, necesitamos las 5 primeras componentes para explicar el mismo porcentaje de la **varianza** total que explica la primera componente de los datos originales sin rotación por **varimax**.

Las componentes principales obtenidas con los datos originales quedan descartadas, dada la gran diferencia que existe entre los

valores **absolutos de** las variables, lo que permite que variables con valores grandes tengan un efecto mayor **a** su efecto real **en** la reducción de datos. Por esto **es** necesario estandarizar los datos, para que el efecto de cada variable no **esté** determinado en gran parte por la magnitud de los valores que esta variable tome.

Al realizar el **análisis de** componentes principales **utilizando** los datos estandarizados, los valores **propios** son:

$$\lambda_1=6.836 \quad \lambda_2=1.787 \quad \lambda_3=0.810 \quad \lambda_4=0.250 \quad \lambda_5=0.183$$

$$\lambda_6=0.099 \quad \lambda_7=0.022 \quad \lambda_8=0.012 \quad \lambda_9=0.002 \quad \lambda_{10}=0.000$$

Cada uno de estos valores propios representa la **varianza** explicada por la respectiva componente principal.

La **varianza** total es:

$$\lambda = \sum_{i=1}^{10} \lambda_i = 10.01$$

La **varianza** de la primera componente Y_1 **es** 6.836, y explica **el**

$\frac{\lambda_1}{\lambda} * 100 \% = 68.355\%$ **de** la varianza total. La varianza de la segunda

componente Y_2 es 1.787, y explica el $\frac{\lambda_2}{\lambda} * 100 \% = 17.867\%$ de la

varianza total, y la **varianza** de Y_3 **explica** el $\frac{\lambda_3}{\lambda} * 100 \% = 8.09\%$ de fa

varianza total. Entre estas 3 componentes explican **más del** 93%

de la **varianza** total, la matriz de cargas que presenta el paquete **estadístico** SYSTAT 7.0 corresponde a las 2 primeras componentes principales:

	Y₁	Y₂
X₁	0.462	0.702
X₂	0.882	0.131
X₃	0.039	0.768
X₄	0.979	-0.049
X₅	0.901	0.365
X₆	0.859	-0.301
X₇	0.953	-0.261
X₈	0.915	-0.349
X₉	0.832	0.428
X₁₀	0.946	-0.295

Si hacemos una **rotación** de los datos estandarizados, utilizando el método Varimax, la matriz de cargas varia, y las variables se agrupan casi de la misma forma que lo hicieron sin **rotación**, excepto por la variable tasa activa de **interés X₉**, que tuvo una mayor carga en la segunda componente. Además se obtuvo el mismo porcentaje de explicación de la **varianza** total con sus 3 primeras componentes que con los datos normalizados sin ser **rotados**. La matriz de cargas **obtenida** por este **método** es la siguiente:

	Y₁	Y₂
X₁	0.189	0.819
X₂	0.781	0.429
X₃	-0.230	0.734
X₄	0.935	0.294
X₅	0.718	0.656
X₆	0.911	0.016
X₇	0.984	0.087
X₈	0.980	-0.010
X₉	0.631	0.690
X₁₀	0.990	0.052

Podemos concluir entonces que ambos métodos son efectivos por igual, pero se logra un aporte al variar la asociación de **X₉**, ya que con los datos normalizados y sin **rotación** tiene una mayor carga en **Y₁**, pero una vez **rotados** su carga es mayor en **Y₂**. Los vectores propios son iguales en ambos **métodos**.

Las componentes no son otra cosa que la combinación lineal de los vectores propios con el vector de variables. De tal **forma** que:

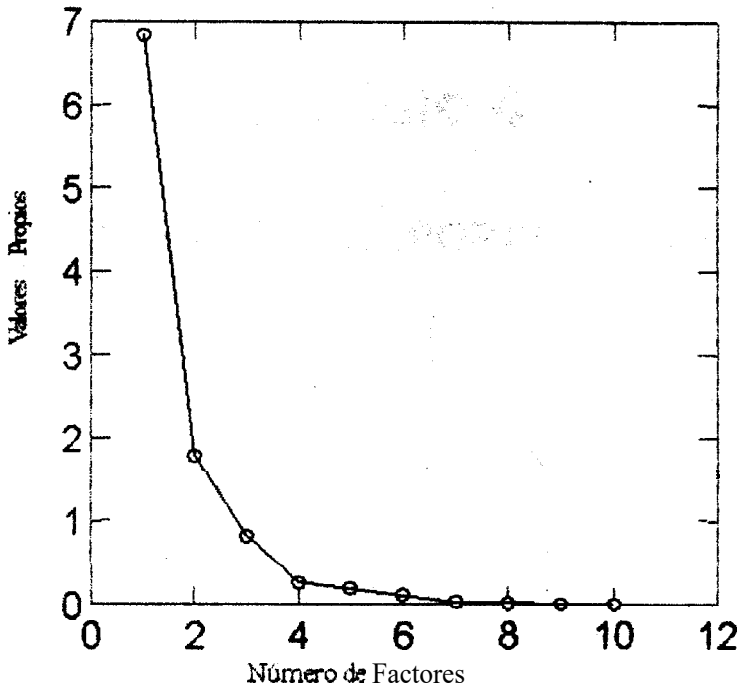
$$Y_1 = \text{IPCAMBIO} = 0.177X_1 + 0.337X_2 + 0.015x_3 + 0.375x_4 + 0.345X_5 + 0.329X_6 + 0.364X_7 + 0.350X_8 + 0.318X_9 + 0.362X_{10}$$

$$Y_2 = \text{INFLAPIB} = 0.525X_1 + 0.098X_2 + 0.0575X_3 - 0.037X_4 + 0.273X_5 - 0.225X_6 - 0.195X_7 - 0.261X_8 + 0.320X_9 - 0.221X_{10}$$

En el **Gráfico 3.19** se muestran los valores propios de cada factor graficados.

Gráfico 3.19

**Valores propios en componentes principales
de datos estandarizados**



Capítulo 4

4. ANALISIS DE SERIES TEMPORALES Y REGRESION

En este capítulo se presentará el **análisis** de series temporales y de modelos de **regresión** de la inflación ecuatoriana, medido por medio de la **variación** del IPCU. La finalidad de este análisis es obtener modelos que **puedan darnos** buenas predicciones de los valores futuros de esta serie, aunque se espera **que** la inflación tenga un **comportamiento** distinto una vez que el proceso de **dolarización** se haya implementado, lo que provocaría que los **modelos** propuestos no hagan predicciones correctas.

4.1 Análisis de series temporales

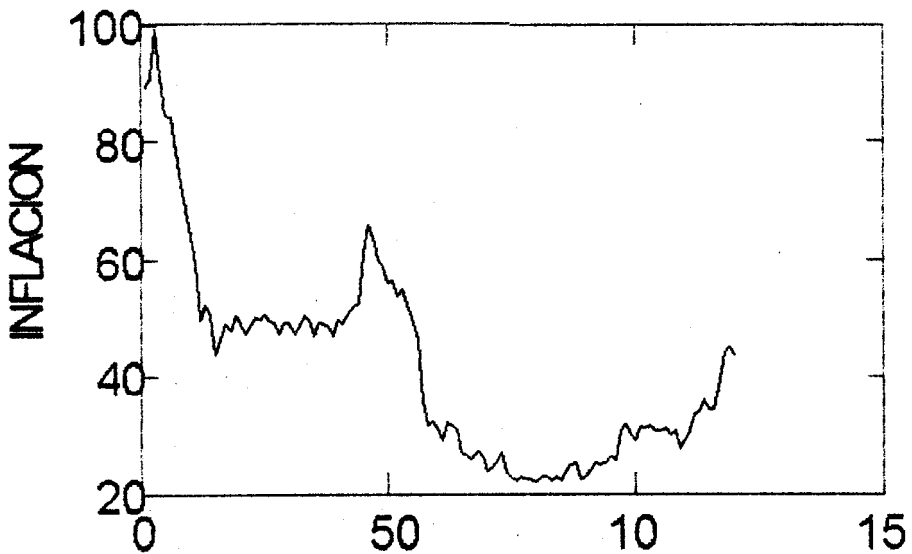
Utilizando **las técnicas de** series temporales se **modelará** la **variación** del IPCU. Se **modelará** esta serie con los datos de enero **de** 1989 a diciembre de 1998 **presentados** en la **Tabla XII**,

reservando los datos de 1999 para evaluar el poder predictivo de cada modelo propuesto.

Se **utiliza** este periodo para que los valores anteriores, que son considerablemente **menores** a los que se presentan en la actualidad, no influyan en los modelos. El **gráfico** de esta serie que presenta el programa SYSTAT 7.0 se muestra en el **Gráfico 4.1**.

Gráfico 4.1

Ecuador: Serie temporal de la variación del IPCU (1989-1998)



En el **Gráfico 4.2** se presentan las autocorrelaciones de esta serie.

El **Gráfico 4.3** presenta las autocorrelaciones parciales de la variación del IPCU.

Gráfico 4.2

Autocorrelaciones de la serie inflación

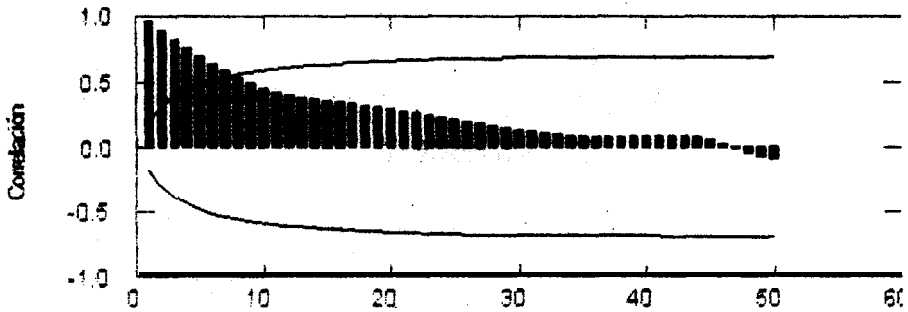
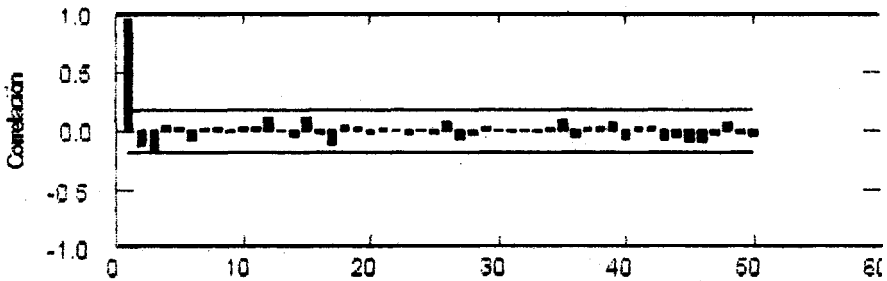


Gráfico 4.3

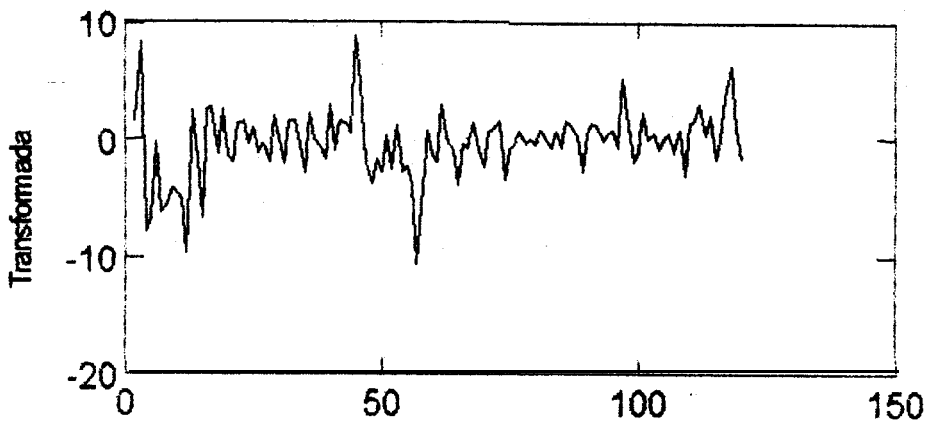
Autocorrelaciones parciales de la serie inflación



En el **gráfico de autocorrelaciones** podemos observar que varias barras sobrepasan la línea de confianza alrededor de 0, y en el de **autocorrelaciones** parciales una de la primera barra rebasa la línea de confianza, lo que nos indica que debemos realizar una **diferenciación estacionaria**. Dicha **diferenciación** se la realiza en SYSTAT 7.0, y la **gráfica** de la serie diferenciada se muestra el **Gráfico 4.4**.

Gráfico 4.4

Serie Inflación con una diferenciación estacionaria



Graficamos ahora las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales de la serie transformada. Las autocorrelaciones se muestran en el **Gráfico 4.5** y las autocorrelaciones parciales en el **Gráfico 4.6**.

Gráfico 4.5

**Autocorrelaciones de la serie inflación
con una diferenciación estacionaria**

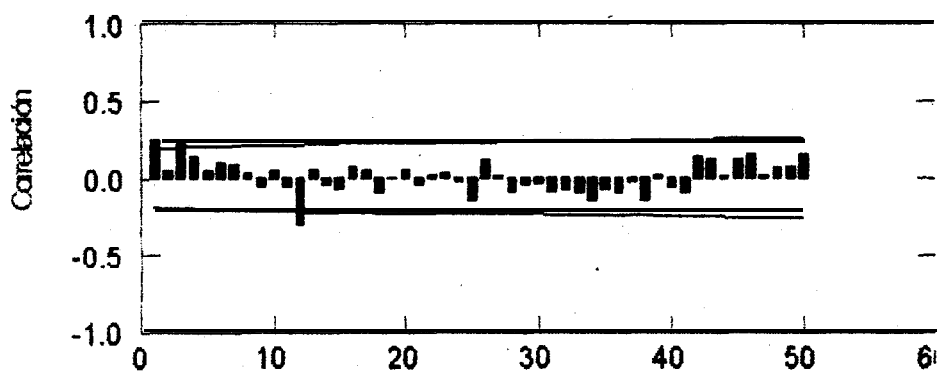
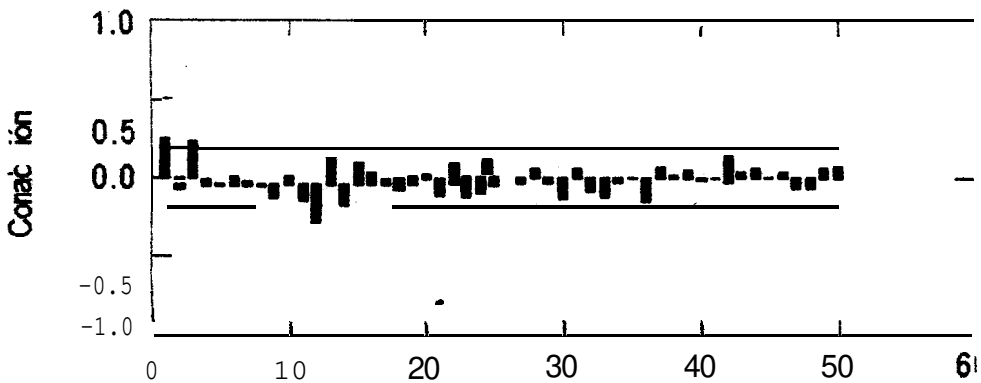


Gráfico 4.6
Autocorrelaciones parciales de la serie inflación diferenciada
estacionariamente



Sobre la base de la **información** proporcionada por los gráficos 4.5 y 4.6, propondremos un modelo SARIMA con 2 parámetros autoregresivos estacionarios y un parámetro autoregresivo estacional, así como también 2 parámetros media **móvil** estacionarios y 2 **parámetros** media móvil estacionales. De tal forma que nuestro modelo es el siguiente:

$$SARIMA_{12}(2,1,2)(1,0,2)$$

Utilizando SYSTAT 7.0 obtenemos los siguientes resultados de este modelo:

Error cuadrático medio = 3.033

Tipo	Valor estimado del parámetro	Intervalo al 95% de confianza para el parámetro	
AR	-0.092	-0.500	0.316
AR	0.754	0.404	1.104
MA	-0.474	-1.257	0.308
MA	0.446	-0.266	1.157
SAR	-0.180	-0.875	0.514
SMA	-0.043	-0.984	0.898
SMA	0.242	-0.184	0.669

Utilizando el criterio de la prueba de parámetros, mediante la cual los parámetros que incluyen a 0 en su intervalo de confianza deben ser **eliminados**, notamos que únicamente nos queda un parámetro autoregresivo estacionario. Este modelo no es adecuado para predicciones de valores futuros.

Probamos entonces un modelo;

$$SARIMA_{(1,1,2)(1,0,2)}$$

Los resultados de este modelo son los siguientes:

Error cuadrático medio = 3.341

Tipo	Valor estimado del parámetro	Intervalo al 95% de confianza para el parámetro	
AR	-0.897	-1.261	-0.533
MA	-1.016	-1.867	-0.164
MA	-0.073	-0.865	0.705
SAR	-0.410	-2.004	1.184
SMA	-0.568	-2.212	1.705
SMA	-0.038	-0.470	0.394

Con el criterio de la prueba de los **parámetros** podemos decir que los **parámetros** en este modelo solo pasan la prueba **el** parámetro **autoregresivo** y un **parámetro** media móvil estacionarios. Por lo tanto este modelo no se debe considerar como adecuado.

Seguimos reduciendo parámetros, hasta quedarnos con los modelos en los que todos los parámetros pasen la prueba.

Entonces los modelos que pasan esta prueba son:

$$SARIMA_{12} (1,1,0)(0,0,0)$$

$$SARIMA_{12} (1,1,1)(1,0,1)$$

$$SARIMA_{12} (1,1,1)(1,0,0)$$

$$SARIMA_{12} (0,1,1)(0,0,0)$$

SARIMA₁₂ (1,1,0)(0,0,0)

El resultado obtenido con este modelo es:

Error **cuadrático** medio = 8.089

Tipo	Valor estimado del parámetro	Intervalo al 95% de confianza para el parámetro	
AR	0.256	0.079	0.432

En la **Tabla XXII** se presentan los resultados de las predicciones de este modelo para el **año 1999**, **comparándolas** con los valores reales de dicho **año**:

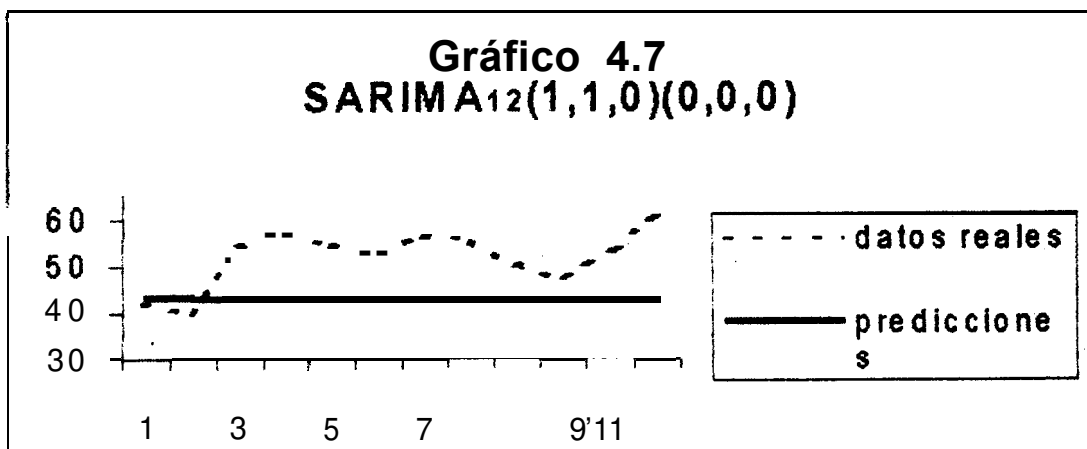
Tabla XXII

Predicciones con el modelo

SARIMA₁₂ (1,1,0)(0,0,0)

Mes de 1999	Predicción	Valor real
Enero	43.351	42.3
Febrero	43.246	39.7
Marzo	42.976	54.3
Abril	42.906	56.1
Mayo	42.886	54.7
Junio	42.886	53.1
Julio	42.886	56.5
Agosto	42.886	55.3
Septiembre	42.886	50.4
Octubre	42.886	47.2
Noviembre	42.886	53.4
Diciembre	42.886	60.7

En el **Gráfico 4.7** se ilustra esta tabla, para poder comparar **gráficamente** estos resultados.



$SARMA_{12}(1,1,1)(1,0,1)$

Con este modelo obtenemos los resultados siguientes:

Error **cuadrático** medio = 7.944

Tipo	Valor estimado del parámetro	intervalo al 96% de confianza para el parámetro	
AR	-0.776	-1.173	-0.379
MA	-0.886	-1.179	-0.593
SAR	0.838	0.595	1.080
SMA	0.697	0.383	1.011

Las predicciones que se obtienen con este modelo se muestran en

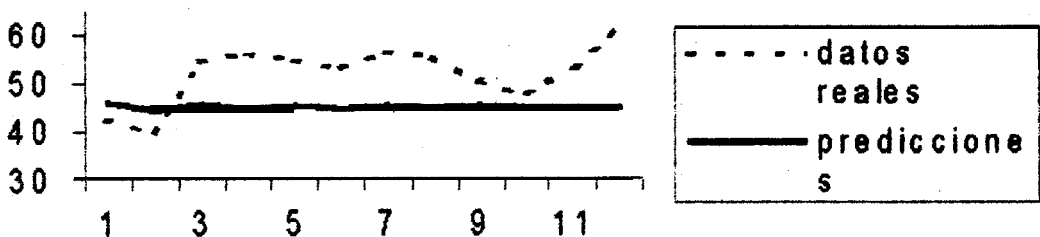
la **Tabla XXIII**.

Tabla XXIII**Predicciones con el modelo** $SARIMA_{12}(1,1,1)(1,0,1)$

Mes de 1999	Predicción	Valor real
Enero	45.999	42.3
Febrero	44.014	39.7
Marzo	45.553	54.3
Abril	44.36	56.1
Mayo	45.285	54.7
Junio	44,568	53.1
Julio	45.124	56.5
Agosto	44.694	55.3
Septiembre	45.027	50.4
Octubre	44.769	47.2
Noviembre	44.969	53.4
Diciembre	44.814	60.7

En el **Gráfico 4.8** se ilustra esta tabla.

G r á f i c o 4.8
SARIMA₁₂(1,1,1)(1,0,1)



*SARIMA*₁₂ (1,1,1)(1,0,0)

Al ejecutar este modelo obtenemos:

Error cuadrático medio = 7.944

Tipo	Valor estimado del parámetro	Intervalo al 05% de confianza para el parámetro	
AR	0.212	0.003	0.421
MA	-0.918	-1.130	-0.707
SAR	-0.849	-1.148	-0.550

Las predicciones que se logran con este modelo se muestran en la

Tabla XXIV

Tabla XXIV

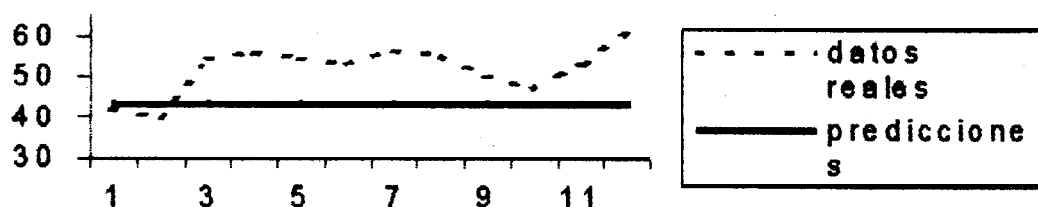
Predicciones con el modelo

*SARIMA*₁₂ (1,1,1)(1,0,0)

Mes de 1999	Predicción	Valor real
Enero	43.567	42.3
Febrero	43.137	39.7
Marzo	43.473	54.3
Abril	43.152	56.1
Mayo Junio	43.444 43.175	54.7 53.1
Julio	43.422	56.5
Agosto	43.195	55.3
Septiembre	43.403	50.4
Octubre	43.212	47.2
Noviembre	43.388	53.4
Diciembre	43.227	60.7

Los resultados presentados en esta tabla se ilustran en el **Gráfico 4.9.**

Gráfico 4.9
SARIMA₁₂(1,1,1)(1,0,0)



SARIMA₁₂(0,1,1)(0,0,0)

Los resultados de este modelo son:

Error cuadrático medio = 8.089

Tipo	Valor estimado del parámetro	Intervalo al 95% de confianza para el parámetro	
MA	-0.283	-0.472	-0.093

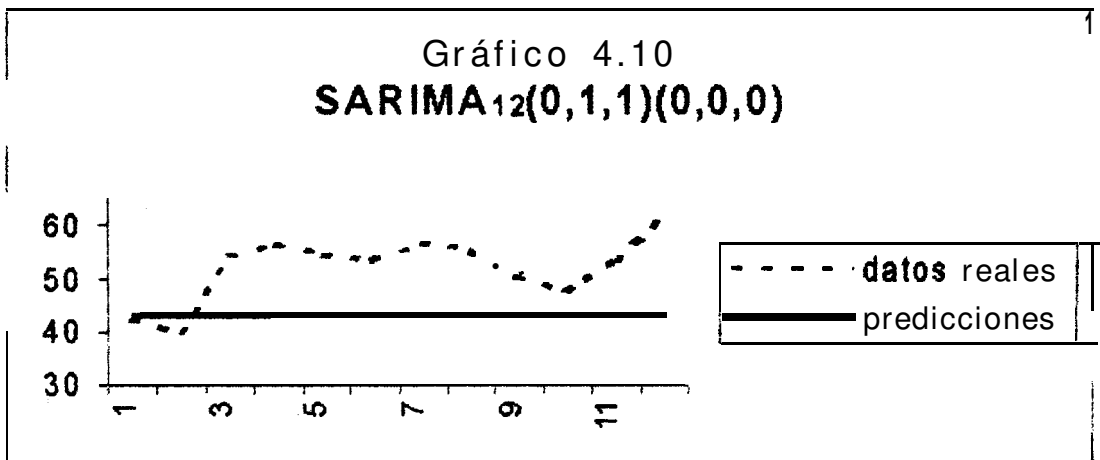
En la **Tabla XXV** se presentan las predicciones logradas con este modelo.

Tabla XXV**Predicciones con el modelo**SARIMA₁₂(0,1,1)(0,0,0)

Mes de 1999	Predicción	Valor real
Enero	42.987	42.3
Febrero	42.987	39.7
Marzo	42.987	54.3
Abril	42.987	56.1
Mayo	42.987	54.7
Junio	42.987	56.5
Julio	42.987	56.5
Agosto	42.987	55.3
Septiembre	42.987	50.4
Octubre	42.987	47.2
Noviembre	42.987	53.4
Diciembre	42.987	60.7

Se ilustra esta tabla en el **Gráfico 4.10**.

Gráfico 4.10
SARIMA₁₂(0,1,1)(0,0,0)



Como hemos podido observar estos modelos no nos otorgan unas predicciones adecuadas, por lo que se requiere buscar alternativas para hacer predicciones de esta serie.

4.2 Análisis de modelos de regresión

Para el análisis de **regresión** propondremos modelos para la serie **Inflación**, medida por la variación anual del IPCU, **basándonos** en los resultados obtenidos en el capítulo 3.

4.2.1 Modelos de regresión lineal simple

Los modelos que se presentarán a continuación se los **realizarán** tomando **los** datos presentados en la matriz de datos de la **sección 3.3.1**. Los valores estimados de los coeficientes de regresión se los obtiene por el **método** de **mínimos** cuadrados en el paquete estadístico SYSTAT 7.0, al igual que los gráficos y la tabla de análisis de varianza.

Modelo 1

El primer modelo que presentaremos es el de la **inflación** sobre una constante y la variable tasa activa de interés, a la que nos referiremos como tasa:

$$\text{Inflación} = \beta_0 + \beta_1 \text{Tasa} + \epsilon$$

Reemplazamos en esta ecuación los valores estimados de los coeficientes de **regresión**, obteniendo la siguiente **ecuación**:

$$\text{Inflación}_i = 5.317 + 0.793 \text{Tasa}_i + e_i$$

Realizamos la prueba de White, haciendo la regresión de:

$$e^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Tasa} + \alpha_2 \text{Tasa}^2$$

nos interesa el coeficiente R^2 que es 0.091, que multiplicado por el tamaño muestral 30, nos da 2.73, que es menor al valor de χ^2_{2} al 95% que es 5.991.

Concluimos entonces que no existe heterocedasticidad en este modelo.

La tabla ANOVA de esta regresión es la siguiente:

<i>f u e n t e</i> de Variación	Suma cuadrática	Grados de libertad	Media cuadrática	F₀
Regresión	5676.262	1	56762.262	31.396
Error	5062.288	28	180.796	
<i>T o t a l</i>	<i>10738.55</i>	<i>29</i>		

El coeficiente de determinación es: $R^2 = 0.529$, o sea que la potencia de explicación del modelo es del 52.9%.

Realizamos ahora una prueba de Kolmogorov-Smirnov para probar si los residuos e siguen una distribución $N(0, \sigma^2)$, recordando que el estimador de σ^2 es la media cuadrática del error: por lo tanto nuestro contraste es el siguiente:

H_0 : Los residuos tienen distribución $N(0, 180)$

VS.

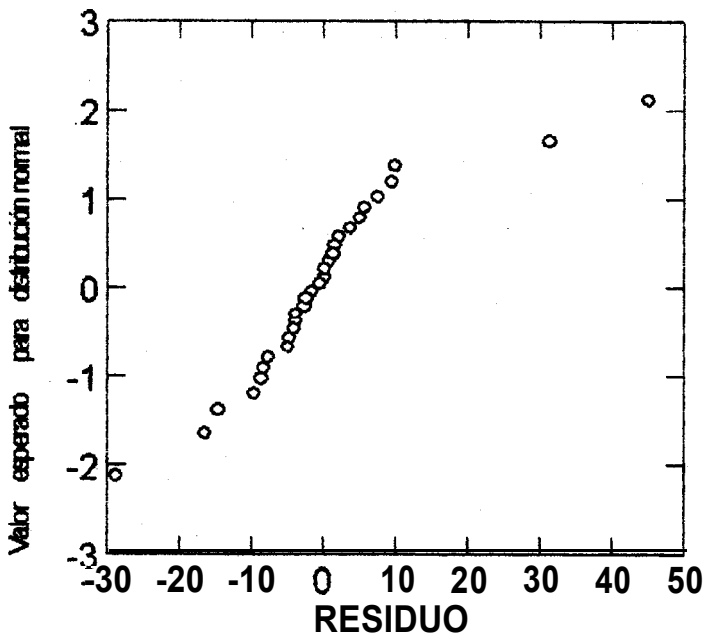
H_1 : No es verdad H_0 .

El valor p de **esta** prueba es 0.333, por lo que podemos concluir que **existe suficiente** evidencia **estadística** para aceptar H_0 , es decir que los residuos son $N(0, 180)$.

Otra forma de probar esto es mediante **el gráfico** de probabilidad normal que se presenta en el **Gráfico 4.11**. El criterio es observar si los residuos pueden ajustarse a una recta, sin tener demasiada dispersión de los datos, ya que si es **así** podemos decir que los residuos son normales.

Gráfico 4.11

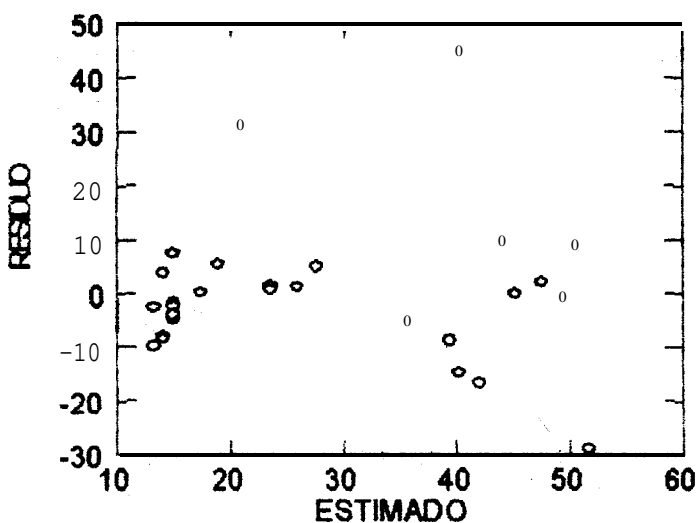
Gráfico de probabilidad normal de los residuos en el modelo 1



En el **Gráfico** 472 se realiza el gráfico de los residuos para cada valor **estimado** de Inflación_i.

Gráfico 4.12

Residuos contra valor estimado en el modelo 1



Esta gráfica nos indica que no es **necesario añadir** términos de orden superior en este modelo.

Modelo 2

Presentamos ahora un modelo de regresión de la **inflación** sobre una constante **y** la variable deuda externa, a la que mencionaremos mediante la **notación** DE.

$$\text{Inflación} = \beta_0 + \beta_1 \text{DE} + \epsilon$$

Los **coeficientes** de **regresión** estimados se **reemplazan** en la ecuación anterior, obteniendo la siguiente ecuación:

$$\text{Inflación}_i = 10.971 + 0.002 \text{ DE}_i + e_i$$

La tabla **ANOVA** de esta regresión es la siguiente:

Fuente de Variación	Suma cuadrática	Grados de libertad	Medía cuadrática	F₀
Regresión	4653.188	28	4653.188	21.410
Error	6085.362	29	217.334	
Total	10738.55			

El coeficiente de determinación es: $R^2 = 0.433$, es decir que la potencia de **explicación** del modelo es del 43.3%.

Hacemos la prueba de Kolmogorov-Smirnov para los residuos e_i , **para** comprobar si siguen una distribución $N(0, \sigma^2)$, el contraste es:

H₀: Los residuos tienen **distribución** $N(0, 217)$

VS.

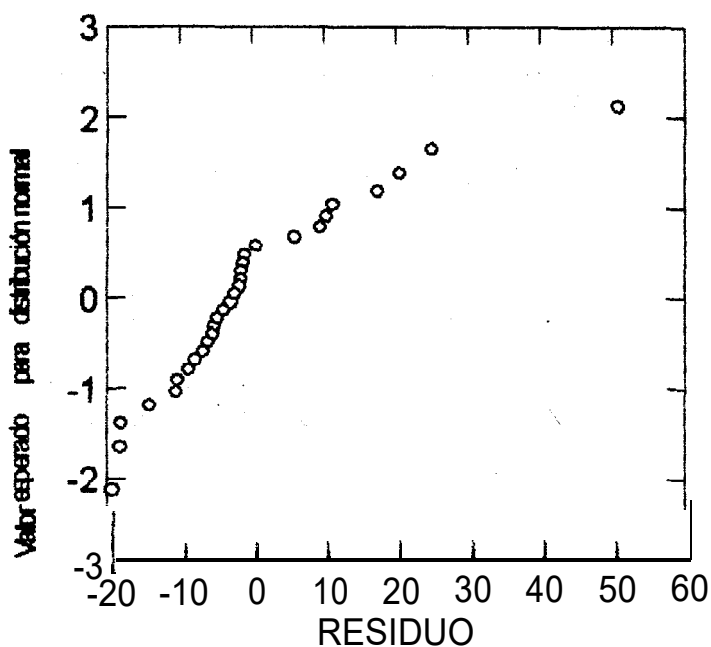
H₁: No es verdad **H₀**.

El valor p de esta prueba es 0.097, por lo que no podemos dar una conclusión **categorica** respecto a la normalidad de los residuos. Esta **situación** se evidencia en el **gráfico** de probabilidad normal de los residuos, que se presenta en el **Gráfico** 4.13, ya que los residuos no siguen el patrón de una sola recta, y más bien podemos apreciar dos rectas distintas, la primera formada por el primer y

último punto del **gráfico**, mientras que los demás puntos se agrupan en **otra** recta.

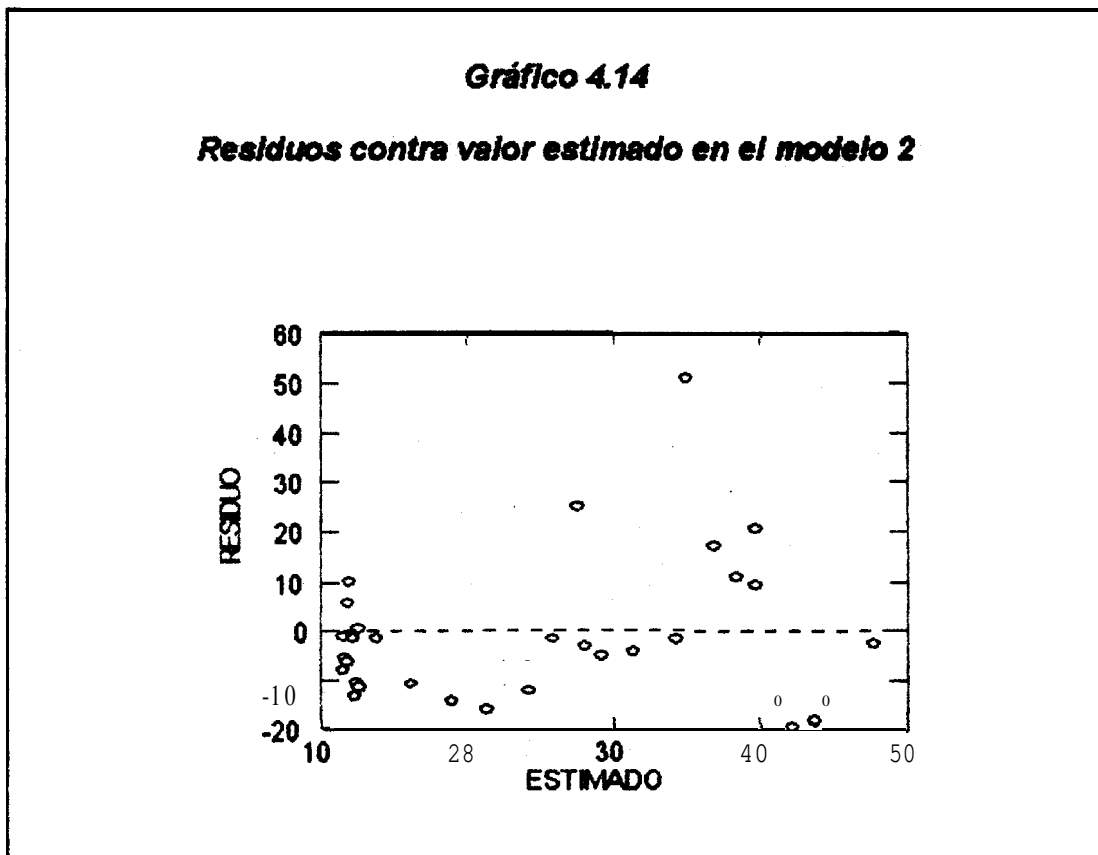
Gráfico 4.13

Gráfico de probabilidad normal de los residuos del modelo 2



Podemos concluir entonces que los residuos no tienen una distribución **normal**.

En el **Gráfico 4.14** se realiza el **gráfico** de los residuos para cada **valor** estimado de **Inflación_i**, mediante este modelo.



Basado en la información de este **gráfico**, podemos decir que el modelo no necesita **términos** de orden superior, es decir regresores cuadráticos, cúbicos, etc.

4.2.2 Modelos de regresión lineal múltiple

En esta sección se harán modelos de la serie **IPCU**, sobre las variables con las que obtuvo una alta correlación, ya que esta serie no tiene un comportamiento lineal. **También** se considerarán en esta **sección** los modelos de **regresión cuadrática**, exponencial y con interacciones.

Modelo 3

El modelo **propuesto** es del **IPCU** sobre **una constante y el tipo de cambio (CAMBIO) al cuadrado**, es decir:

$$IPCU = \beta_0 + \beta_1 CAMBIO^2 + \epsilon$$

Al reemplazar en la ecuación **los parámetros β 's** por los coeficientes de regresión estimados resulta la ecuación siguiente:

$$IPCU_i = -22.815 + 2.669 CAMBIO_i^2 + e_i$$

Donde e_i son los residuos. La tabla **ANOVA** de esta regresión es la siguiente:

Fuente de Variación	Suma cuadrática	Grados de libertad	Media cuadrática	F₀
Regresión	136845.866	2	68422.933	190.38
Error	10062.859	28	359.388	
Total	146908.724	30		

El **coeficiente de determinación** es: $R^2 = 0.910$. La potencia de explicación es del 91%.

Al realizar la prueba de Kotmogorov-Smirnov para los residuos e_i , para comprobar si siguen una distribución $N(0, \sigma^2)$, el contraste es:

H_0 : Las residuos tienen distribución $N(0, 359)$

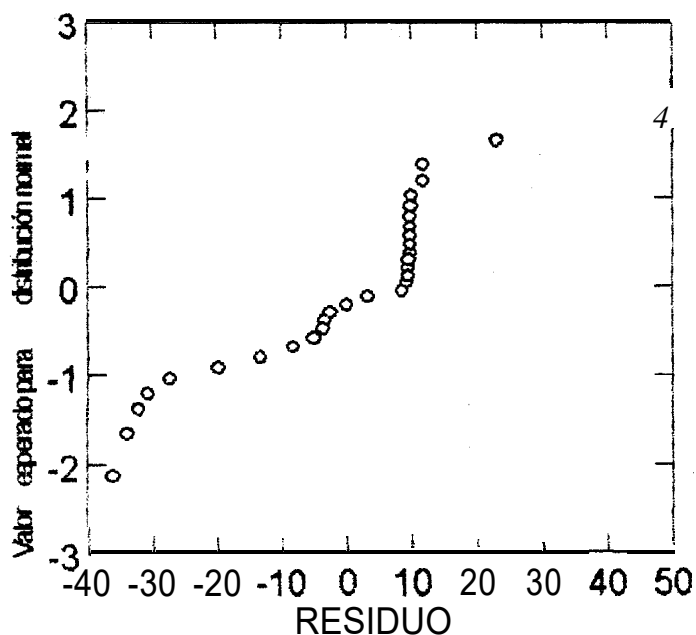
VS.

H_1 : No es verdad H_0 .

El valor p de esta prueba es 0.151, por lo que concluimos aceptar H_0 , es decir que los residuos son normales. Esta situación se hace evidente en el gráfico 4.15, ya que los residuos se pueden ajustar a una recta sin tener mucha dispersión con respecto a los residuos observados.

Gráfico 4.15

Gráfico de probabilidad normal de los residuos del modelo 3



4.3 Modelos ARCH y GARCH

En esta sección se presentan los modelos econométricos con los que se tratará de pronosticar valores futuros de la inflación ecuatoriana.

Modelo ARCH(1) para la variable inflación sobre sí misma

Los datos que se utilizarán para “modelar” la inflación, son los valores de la variación porcentual anual del IPCU desde julio de 1996 hasta diciembre de 1998 que se presentaron en la **Tabla XII**.

Haciendo una regresión de estos datos; cuya serie la notaremos como X_t , sobre X_{t-1} y una constante tenemos:

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + e_t$$

donde obteniendo los parámetros de regresión por el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) resulta lo siguiente:

$$X_t = 0.736 + 0.984 X_{t-1}$$

Obtenemos así nuestro vector $b^T = [0.736 \quad 0.984]$

Realizamos la prueba de White, haciendo la regresión de:

$$e^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-1}^2$$

El interés está en el coeficiente R^2 que es 0.473, que multiplicado por el tamaño muestra 30, nos da 14.19, que es mayor al valor de

$\chi^2_{0.95}$ al 95% que es 5.991, por lo que concluimos que estamos en presencia de heterocedasticidad.

Ahora dado que estamos en presencia de heterocedasticidad, este modelo no es el de varianza mínima, por lo que corregimos esto utilizando los parámetros del modelo por mínimos cuadrados generalizados (MCG), que se los obtiene siguiendo el proceso de 4 pasos descrito en el capítulo 2.

1. Modelamos el error cuadrático de esta regresión e_{it}^2 sobre una constante y e_{it}^2 , por MCO y obtenemos:

$$z_t = 6.130 + 0.363e_{it}^2$$

resultando así el vector $\bar{a} = [6.130 \quad 0.363]$

2. Calculamos $f_t = 6.130 + 0.363e_{it}^2$

Luego calculamos:

$$G_t = \frac{e_{it}^2}{f_t} - 1$$

$$C_t = \frac{1}{f_t}$$

$$Z_t = \frac{e_{it}^2}{f_t}$$

Hacemos una regresión por MCO de Z_t sobre G_t y C_t , resultando:

$$Z_t = 20.839G_t - 9.778C_t$$

tenemos entonces el vector $\mathbf{d}_\alpha = [20.839 \ 9.778]$

Sumando los vectores \mathbf{a}^T y \mathbf{d}_α^T obtenemos;

$$\hat{\alpha} = \begin{bmatrix} 26.969 \\ 10.141 \end{bmatrix}$$

3. Calculamos nuevamente f_t con los parámetros de $\hat{\alpha}$ y luego:

$$S_t = 1/f_t - \left(26.969/f_{t+1} \right) \left(\frac{e_{t+1}^2}{f_{t+1}} - 1 \right)$$

$$R_t = \left[1/f_t + 2 \left(\frac{26.969 e_t}{f_{t+1}} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$Q_t = e_t S_t / R_t$$

$$P_t = X_t R_t$$

y hacemos una regresión de Q_t sobre una constante y P_t , resultando:

$$Q_t = 0.072 - 0.003 P_t$$

y de aquí obtenemos el vector $\mathbf{d}_\beta = [10.072 \ -0.003]$

4. Al sumar el vector \mathbf{b}^T mas el vector \mathbf{d}_β^T da como resultado los parámetros del modelo por **MCG**.

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} 0.808 \\ 0.945 \end{bmatrix}$$

Es decir que nuestro modelo por **mínimos** cuadrados generalizados es el siguiente:

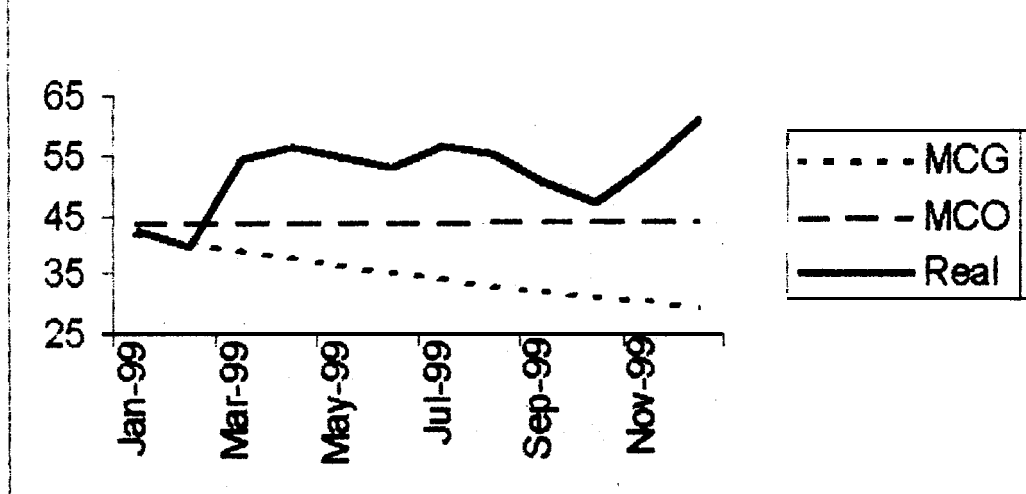
$$X_t = 0.808 + 0.945 X_{t-1}$$

Las predicciones tanto con el **método** por MCO y por el método por **MCG** se presentan a **continuación** comparándolas con los datos reales:

Mes	Predicción MCO	Predicción MCG	Valor real
Enero	43.4416	41.821	42.3
Febrero	43.4025344	40.328845	39.7
Marzo	43.5228138	38.9187585	54.3
Abril	43.5624480	37.5862268	56.1
Mayo	43.6014496	36.3269843	54.7
Junio	43.6398265	35.1370002	53.1
Julo	43.6775892	34.0124652	56.5
Agosto	43.7147478	32.9497796	55.3
Septiembre	43.7513118	31.9455417	50.4
Octubre	43.7872908	30.9965369	47.2
Noviem bre	43.8226942	30.0997274	53.4
Diciembre	43.8575311	29.2522424	60.7

En el **Gráfico 4.16 se** ilustran estos resultados.

Gráfico 4.16
Comparación de modelos vs. datos reales



Como se puede apreciar, las predicciones que nos otorga este modelo no son buenas.

Modelo GARCH(1,1) para la **volatilidad** de la **Inflación**

Si tomamos como S_i a los valores del IPCU, la variable U_i será la misma que la variable **Inflación** dividida para **100**. Se utilizarán los valores de enero de -1995 a diciembre de 1998, reservando los valores del **año** 1999 para comparar el resultado de la **predicción** con los valores reales. El modelo a estimar es de la siguiente forma:

$$\sigma_n^2 = \gamma V + \alpha U_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Con los estimadores proporcionados el software Econometric **Views** plantemos el modelo **así**:

$$\sigma_n^2 = -0.000116 + 0.879223U_{n-1}^2 + 0.20970\sigma_{n-1}^2$$

Donde despejando: $V = 0.001301$.

Asignamos como σ_2^2 el valor de U_1^2 , ya que esta es la forma en que se realiza esta primera estimación, de forma tal que $\sigma_2^2 = 0.072361$.

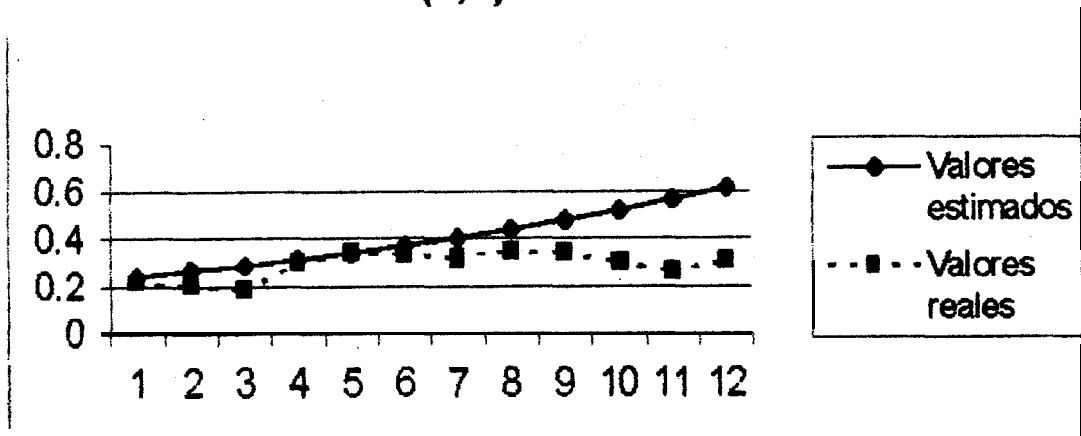
Luego calculamos los restantes σ_n^2 con el modelo estimado. **Así** obtenemos $\sigma_{48}^2 = 0.220361$.

De esta forma pronosticamos los valores esperados de las tasas de **variación** del **año** 1999 de la manera explicada en el capítulo 2, obteniendo los siguientes resultados:

Valores estimados para 7999	Valores reales de 1999
0.239879465	0.21173975
0.261137045	0.20164175
0.284288696	0.18077727
0.309503183	0.29708411
0.338984306	0.3389413
0.368872242	0.33409144
0.399445005	0.31790882
0.434920034	0.347276
0.473555924	0.34164357
0.51563431	0.29492348
0.561481922	0.25765819
0.81137282	0.30467872

Estos valores se ilustran en el **Gráfico 4.17**.

Gráfico 4.17
GARCH(1,1) vs Datos reales



Como apreciamos este modelo nos otorga predicciones aceptables de la tasa de variación del IPCU durante los 6 primeros meses, y luego la efectividad del modelo decrece, ya que los valores estimados tienden a alejarse de las observaciones reales.

Por lo tanto reatiraremos predicciones para la tasa de variación del IPCU durante los primeros 6 meses del año 2000, con datos a partir de enero de 1996 hasta diciembre de 1999. El modelo estimado resultante es:

$$\sigma_{it}^2 = -0.000200 + 0.629301U_{it-1}^2 + 0.492947\sigma_{it-1}^2$$

Despejando obtenemos que el valor de $V = 0.001636$. Asignamos a σ_{it}^2 el valor de 0.304676 dado por el modelo. Al realizar las predicciones obtenemos los siguientes resultados:

Mes <i>del 2000</i>	<i>Valor de la tasa de variación pronosticado</i>	<i>Volatilidad estimada</i>
Enero	0.34172203	0.58456996
Febrero	0.38329687	0.61910974
Marzo	0.42995415	0.65570889
Abril	0.48231519	0.69448916
Mayo	0.54107726	0.73557954
Junio	0.60702267	0.77911672

Basados en el resultado de la predicción podemos concluir que la volatilidad seguirá incrementándose. situación que se espera concluya con la dolarización.

BIBLIOGRAFIA

1. JOSE GONZALEZ PAZ, **Evolución** de los Precios e **Inflación**, Ediciones **Amaya**, 1973
2. LUIS PAZOS, El Gobierno y la **Inflación**, **Editorial** Diana, 1989
3. LUIS CRAWFORD DE ROEERTS, El Ecuador en la **Epoca** Cacaofera, Editorial Universitaria, 1980, **Quito** – Ecuador
4. **INEC**, **IPCU** Serie Histórica 1968-1996, 1997, Quito – Ecuador
5. ALBERTO SERRANO DAVALOS, **Economía** Ecuatoriana en Cifras, **ILDIS**, 1999, **Quito** – Ecuador
6. Banco Central del Ecuador, Metodología de la **Información** Estadística Mensual, 1997, Quito – Ecuador
7. Banco Central del Ecuador, Setenta **Años** de la **Información** Estadística Mensual, 1997, Quito – Ecuador

8. DOUGLAS MONTGOMERY Y GEORGE RUNGER, Probabilidad y Estadística aplicadas a la **Ingeniería**, McGraw-Hill, 1994
9. JOHN E. FREUD / RONALD E. WALPOLE, Estadística **Matemáticas con aplicaciones**, Cuarta Edición, Prentice-Hall **Hispanoamérica**, 1990, **México D.F – México**
10. **LELAND WILKINSON**, **Statistics: SYSTAT 6.0 for Windows**, SPSS Inc., 1996, Chicago – USA
11. **WILLIAM H. GREENE**, Econometría Análisis, Tercera Edición, Prentice-Hall Inc., 1997, New Jersey – USA
12. JOHN C. HULL, **Options, Futures, & Other Derivatives**, Cuarta Edición, Prentice-Hall Inc., **2000**, New Jersey – USA
13. **DAVID M. LILIEN**, Econometric Views, **Versión 2.0, Quantitative Micro Software**, 1995

CONCLUSIONES

1. El **índice** de precios construido para estimar la inflación de los primeros **años** del siglo XX, nos muestra resultados que confirman la inestabilidad **económica** que se **vivía** en aquella época, provocada principalmente por la inestabilidad **del precio** del cacao, que **empezó** su caída en 1917, **año** en **el** que **podemos** apreciar la primera **variación** porcentual del **índice** construido superior a **los 10** puntos. Luego encontramos **periodos** de **deflación**, seguidos de **años** en los que la **variación** del **índice** **llegó** a superar los 15 puntos como es el caso de 1918 (18.25%) y 1920 (15.23%).
2. Antes del “boom petrolero” el Ecuador experimentaba **periodos** de **inflación** rampante, a excepción de los **años 20's**.

3. La **inflación** reaparece como un gran problema en el Ecuador en la **década** de los **70's**, coincidiendo con **el** inicio de **las** exportaciones petroleras. **Así** mismo **también comienza** el endeudamiento externo y **la depreciación** del sucre a gran escala. Desde **entonces** nuestro país ha experimentado una **inflación** abierta, **e** incluso **ha** habido **peligro** de vivir un estado de hiperinflación **a** inicios del gobierno- del Dr. **Rodrigo Borja** y **durante** el segundo semestre de **gobierno** del Dr. **Jamil Mahuad**.
4. **La inflación ecuatoriana ha** sido un **fenómeno** de gran **variación** **a** partir de **la década** del **70**. Esto se **evidencia** con **el valor de** la desviación estándar desde 1970 hasta 1999 que es 19.05, y por el hecho de que **la** diferencia entre el valor **mínimo** (-2.7%) y el máximo (99.1%) es de **más de** 100 puntos.
5. Las **variables macroeconómicas** que se estudiaron presentaron correlaciones altas ya se **a** con la **inflación** medida por la **variación** porcentual **del** IPCU, o con el **valor** absoluto del **IPCU**, con excepción de la Balanza Comercial.
6. El hecho **de** que la correlación entre la Inflación (medida por **la variación porcentual** del **IPCU**) y el **valor absoluto** del **IPCU** no se **a** alta es un **resultado** hasta cierto punto inesperado.

7. El **análisis** de componentes principales con los datos originales no es eficiente, ya que se ve influenciado por los altos valores de algunas variables (como el PIB) con respecto de otras. Se hace **evidente** por lo tanto la necesidad de estandarizar los datos.
8. Una vez que el **análisis** de componentes principales se hace con datos estandarizados, **se** logra explicar **más** del 93% de **la varianza** total de las **10** variables originales con 3 componentes principales.
9. La rotación de datos con el método Varimax da un gran aporte, ya que sin **rotación** de datos la variable ‘Tasa Activa de Interés’ presenta una mayor carga en la primera componente, y una vez **rotados** los datos la carga se hace mayor en la segunda componente. Coincidentemente esta variable es la única que presenta correlaciones altas tanto con la **inflación** como con el valor absoluto del IPCU.
10. Los modelos de series temporales **clásicos ARIMA y SARIMA**, no logran hacer buenas predicciones de la **variación** porcentual del **IPCU**, ya que esta serie no presenta las **características** de estacionalidad **y** estacionaridad,

condiciones bajo las cuales estos modelos son **óptimos**. Por lo tanto se recurre a modelos econométricos, basados en regresiones.

11. Los modelos de regresión 1 y 2 presentados en el capítulo 4 se los presenta por ser los de mayor potencia de **explicación** de entre los modelos lineales probados, sin embargo este porcentaje no llega ni al 60%. El modelo 3 es una **regresión** con un componente lineal y uno **cuadrático**, y se lo presenta por proporcionar una alta potencia de **explicación** que llega al 91%.

12. El modelo ARCH(l) propuesto no proporciona mejoras en las predicciones, y por el contrario los resultados que con el se obtienen son menos adecuados que los de una regresión normal al compararlos con los datos reales.

13. El modelo **GARCH(1,1)**, si nos da predicciones confiables de la volatilidad de la inflación para un periodo de 6 meses. El pronóstico realizado nos indica que la volatilidad de la **inflación** en el primer semestre del 2000 **será** creciente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda reconstruir **las** series del **IPCU**, comenzando por lo menos con este siglo, tomando datos **históricos** de precios de **artículos** registrados en **diarios** de la época y otros registros de este tipo.
2. La investigación iniciada en este trabajo respecto de los precios de principios de siglo, con el objetivo de construir **índices** de precios, debe extenderse por lo menos hasta el **año** 1939, ya que el Banco Central del Ecuador cuenta con **índices** desde 1940.
3. **Cualquier** modelo matemático que se desee utilizar para modelar la inflación, medida por la variación porcentual del IPCU, con el fin de hacer predicciones acerca de porcentajes futuros de esta **variación**, se debe incluir de preferencia **datos** correspondientes al actual periodo **democrático**, es decir a

partir de **1979, ya que anteriormente** a dicha época se registran tasas de **Inflación bajas en comparación** a las que experimentamos en la actualidad, situación **que podría** afectar la precisión de nuestros modelos.

4. El **estudio realizado** en esta tesis ha perdido actualidad, debido al proceso de dolarización en el que el país se encuentra embarcado, por lo que debe ser retornado luego de que este modelo macroeconómico sea implantado por completo, y estudiar si las metas de bajar las tasas de Inflación a los niveles de inflación en Estados Unidos han sido cumplidas.
5. Sería interesante estudiar la **razón** por la que la **correlación** entre la Inflación y el IPCU no resulta alta, ya que la primera variable mencionada está dada en términos de la segunda.
6. Se deben buscar series alternativas para modelar la inflación, series de las que al igual que **la** inflación se puedan obtener datos mensuales y no solo anuales, ya que la **variación** del IPCU puede tener comportamientos durante el **año** que no necesariamente se verán **reflejados** en el valor final acumulado a diciembre de cada **año**.

7. La **búsqueda** de un modelo ya existente que presente predicciones satisfactorias no tiene un **éxito** asegurado dada **la** inestabilidad del país, por lo que tal vez sea mejor plantear algún tipo de técnica original, que de funcionar para el Ecuador probablemente sea idónea para varios **países** latinoamericanos.

ANEXO 1

Precio en sucres de artículos de primera necesidad 1910-1923

Año	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Arroz	0.1	0.12	0.12	0.15	0.125	0.1	0.11	0.18	0.18	0.21	0.38	0.2	0.2	0.17
Azúcar	0.1	0.12	0.1	0.14	0.125	0.12	0.12	0.21	0.22	0.17	0.22	0.24	0.2	0.2
café molido	0.25	0.3	0.5	0.25	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.35	0.45	0.45	0.6	0.65
Fréjol	0.15	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.15	0.175	0.16	0.15	0.15	0.2	0.15
Manteca	0.7	0.45	0.45	0.45	0.4	0.4	0.55	0.8	1	0.95	0.7	0.7	0.75	0.7
Papas	0.05	0.05	0.075	0.1	0.05	0.06	0.07	0.085	0.09	0.1	0.12	0.07	0.1	0.085
Huevos	0.04	0.05	0.045	0.05	0.04	0.07	0.058	0.042	0.07	0.07	0.065	0.07	0.1	0.1
carne de buey sin hueso	0.25	0.3	0.3	0.35	0.35	0.325	0.3	0.25	0.3	0.225	0.21	0.4	0.4	0.4

Fuente: **diversos diarios** de la época

ANEXO 2

Tomando **como año** base a 1910, **los índices** son los siguientes:

$$I_{10} = \frac{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 100$$

$$I_{11} = \frac{5 * 0.12 + 2 * 0.12 + 1 * 0.3 + 2 * 0.09 + 1 * 0.45 + 3 * 0.05 + 12 * 0.05 + 3 * 0.3}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 102.7$$

$$I_{12} = \frac{5 * 0.12 + 2 * 0.1 + 1 * 0.5 + 2 * 0.09 + 1 * 0.45 + 3 * 0.075 + 12 * 0.045 + 3 * 0.3}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 107.95$$

$$I_{13} = \frac{5 * 0.15 + 2 * 0.14 + 1 * 0.25 + 2 * 0.09 + 1 * 0.45 + 3 * 0.1 + 12 * 0.05 + 3 * 0.35}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 115.91$$

$$I_{14} = \frac{5 * 0.125 + 2 * 0.125 + 1 * 0.3 + 2 * 0.1 + 1 * 0.4 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.35}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 103.75$$

$$I_{15} = \frac{5 * 0.1 + 2 * 0.12 + 1 * 0.3 + 2 * 0.1 + 1 * 0.4 + 3 * 0.06 + 12 * 0.07 + 3 * 0.325}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 109.15$$

$$I_{16} = \frac{5 * 0.11 + 2 * 0.12 + 1 * 0.4 + 2 * 0.1 + 1 * 0.55 + 3 * 0.07 + 12 * 0.058 + 3 * 0.3}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 112.43$$

$$I_{17} = \frac{5 * 0.18 + 2 * 0.21 + 1 * 0.3 + 2 * 0.15 + 1 * 0.8 + 3 * 0.085 + 12 * 0.042 + 3 * 0.25}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 126.99$$

$$I_{18} = \frac{5 * 0.18 + 2 * 0.22 + 1 * 0.3 + 2 * 0.175 + 1 * 1 + 3 * 0.09 + 12 * 0.07 + 3 * 0.3}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 150.15$$

ANEXO 2 (Continuación)

$$I_{19} = \frac{5 * 0.21 + 2 * 0.17 + 1 * 0.35 + 2 * 0.16 + 1 * 0.95 + 3 * 0.1 + 12 * 0.07 + 3 * 0.225}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 144.89$$

$$I_{20} = \frac{5 * 0.38 + 2 * 0.22 + 1 * 0.45 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.12 + 12 * 0.065 + 3 * 0.21}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 166.96$$

$$I_{31} = \frac{5 * 0.2 + 2 * 0.24 + 1 * 0.45 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.07 + 12 * 0.07 + 3 * 0.4}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 155.55$$

$$I_{22} = \frac{5 * 0.2 + 2 * 0.2 + 1 * 0.6 + 2 * 0.2 + 1 * 0.75 + 3 * 0.1 + 12 * 0.1 + 3 * 0.4}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 175.67$$

$$I_{23} = \frac{5 * 0.17 + 2 * 0.2 + 1 * 0.65 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.085 + 12 * 0.1 + 3 * 0.4}{5 * 0.1 + 2 * 0.1 + 1 * 0.25 + 2 * 0.15 + 1 * 0.7 + 3 * 0.05 + 12 * 0.04 + 3 * 0.25} * 100 = 166.81$$

ANEXO 3

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
3.6	1675	-89.9	600	213.1	39	18	1a73	10	0.29
10.6	1629	-83.9	600	241.5	55	25	2470	10	0.32
6.3	1602	-141	750	260.8	25	27.1	2558	11	0.34
5.7	1874	7.7	750	343.9	128	25.8	3065	11	0.36
17.7	2489	134.2	750	380.4	226	24.8	3883	11	0.42
22.3	3711	165.1	1000	410	339	25	5079	12	0.52
10.9	4310	-46.2	1250	512.7	246	26	5766	12	0.58
13.1	5317	134.2	1500	693.1	434	27.2	8048	12	0.65
12.4	6655	-72.8	1500	1263.7	570	26.7	9619	12	0.73
10.7	7654	-136.4	1500	2314.2	601	26.8	10913	12	0.81
10.1	9353	187.1	2000	3554.1	631	27.2	13009	12	0.89
10.9	11733	256.7	4000	4601.3	857	28	16163	12	0.99
17.3	13946	295.2	4000	5668.1	563	33.3	18334	15	1.16
24.4	13354	249	4600	6632.8	210	62.9	21582	17	1.44
52.5	11114	760.7	5600	7380.7	151	87.8	26816	20	2.19
25.1	11510	904.6	6600	7596	171	118.9	37845	23	2.74
24.4	11890	1138	8500	8110.7	196	125.6	46526	23	3.41
27.3	10515	375.6	12000	9062.7	-75	145.6	59568	26	4.35
32.5	9450	-225.9	14500	10355.5	-151	246.9	80252	28	5.76
85.7	9129	480	22000	10668.8	-176	499	132465	44.5	10.69
54.2	9714	499.1	27000	11532.6	203	661.2	190402	49.1	16.49
49.5	10569	859	32000	12222	603	891.6	294719	53	24.66
49	11525	452	40000	12801.9	760	1284.1	425504	55.8	36.73
60.2	12430	670	60000	12795.2	782	1873.5	661013	57.3	58.86
31	14540	503	66000	13630.9	1254	2014.5	933158	38.6	77.08
25.4	16880	220.7	70000	14589.4	1712	2298.1	1268667	46.1	96.64
22.8	18006	258.5	85000	13934	1557	2914.8	1608601	58.4	118.65
25.5	19157	1166.3	95000	14586.1	1831	3596.2	2321693	43.9	149.04
30.7	20007	557	100000	15099.2	1989	4393	2906495	42.9	177.1
45.3	20327	-1400	100000	16399	1830	6480	4192128	50.2	241