

Reciprocidad entre la Incertidumbre y el Comportamiento de la Inflación en el Perú

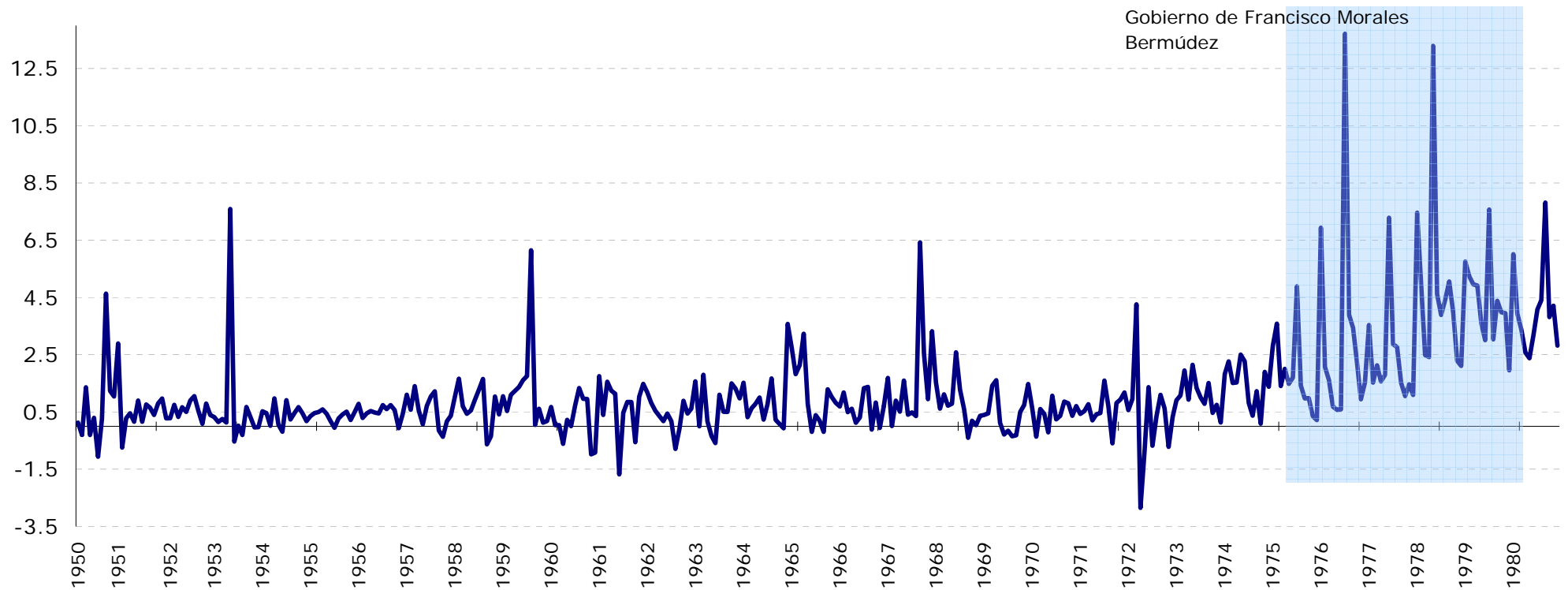
Jean Carlos Sánchez Campos
jcsanchez@maximixe.com

Roy Herd Nuñez Joyo
rnunez@maximixe.com

1. Procesos Inflacionarios en el Perú

La inestabilidad política hacia la segunda mitad de la década del 70, desencadenó una serie de desequilibrios que iban sentando las bases de la inseguridad económica, que en parte se vio reflejada en la alteración de variables tan importantes como lo son los precios relativos.

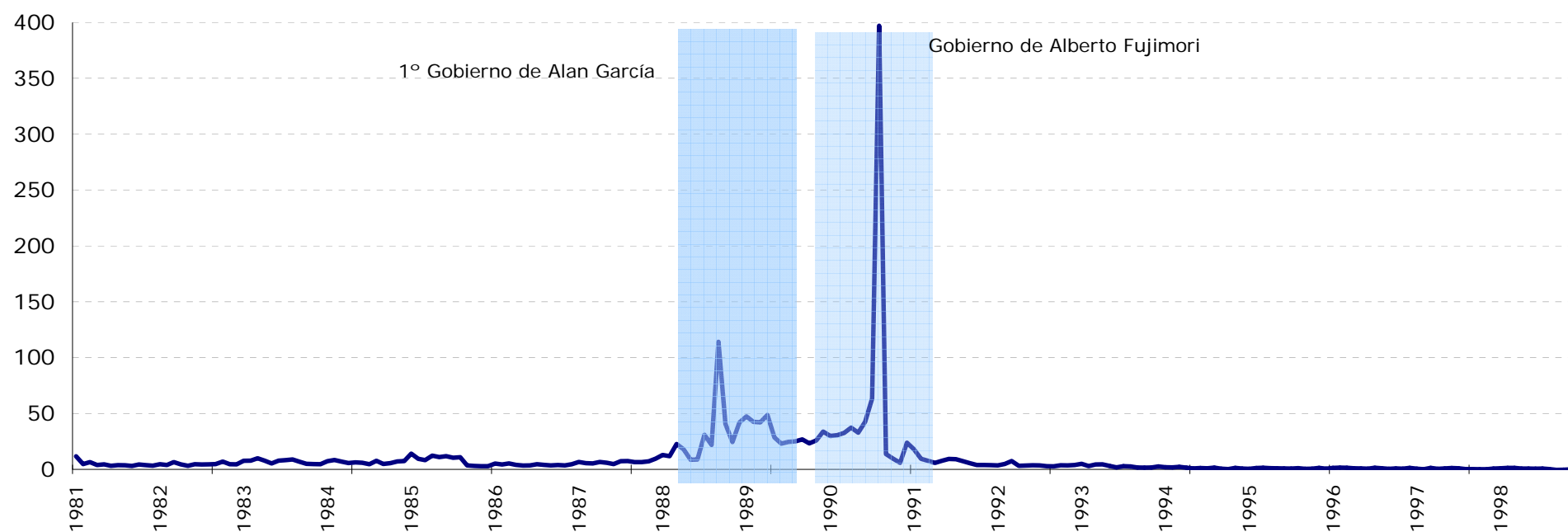
Indice de Precios al Consumidor (var. % mensual)



Fuente: INEI

En 1990, la profundización de los desequilibrios macroeconómicos fundamentales y la corrección de los precios controlados, fueron los factores que condicionaron la aceleración del proceso inflacionario

Indice de Precios al Consumidor (var. % mensual)



Fuente: INEI

2. Antecedentes

- Klein (1977) y Khan (1977) indagan sobre el impacto de la incertidumbre inflacionaria en la demanda por dinero utilizando diferentes medidas de la variabilidad como indicadores de la incertidumbre sobre la inflación.
- Cukierman y Wachtel (1982) realizan encuestas a fin de captar la apreciación de los principales asesores o analistas sobre la evolución de los precios.
- Wachtel (1977), Cukierman y Wachtel (1979) y Carlson (1977) encontraron una relación positiva entre nivel de la inflación e incertidumbre inflacionaria.
- Friedman (1977) y Ball (1992), plantean la hipótesis de que una alta tasa de inflación crea mayor incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación, lo cual entorpece las decisiones de consumidores y productores, y por tanto, reduce el bienestar económico.
- Cukierman y Metzler (1986), muestran que un incremento en la incertidumbre acerca del crecimiento del dinero y de la inflación incrementará la inflación óptima promedio.
- Evans (1991) expone que si los individuos poseen poca información, ellos pueden ver el futuro con mucha incertidumbre a pesar de que la inflación sea poco volátil.
- Baillie, Chung y Tieslau (1996) encuentran que de diez países analizados, sólo tres con las mayores tasas de inflación, muestran evidencia que a mayor inflación, mayor incertidumbre.

3. Marco Teórico

- **La inflación y la incertidumbre inflacionaria**

La variabilidad es usualmente tomada como un proxy de la incertidumbre de la inflación. No obstante, ambos conceptos son diferentes.

- **Variabilidad inflacionaria:** Proceso ex post que tiene que ver con los valores que toma la tasa de inflación periodo a periodo y sus fluctuaciones alrededor de un valor medio, y se calcula como la desviación de los valores de la tasa de inflación en cada período.
- **Incertidumbre:** Concepto ex ante y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas. Como lo expone Evans (1991), si los individuos poseen poca información, ellos pueden ver el futuro con mucha incertidumbre a pesar de que la inflación sea poco volátil.

- **Metodologías para evaluar el nivel de incertidumbre y su correlación con el nivel de inflación**

- Met. Directo: Realización de encuestas a agentes económicos y analistas.
- Met. Indirecto: Modelización de la inflación para aproximarse a la incertidumbre inflacionaria.

- Los Modelos de Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva (GARCh)

Este tipo de modelos tuvieron su origen en una publicación de Robert Engle en 1982. Consideran que la información de la volatilidad observada es un factor altamente explicativo del comportamiento presente de una variable, y por extensión lógica de su futuro predecible.

Bollerslev en 1986 hizo una extensión del trabajo de Engle y realizó la estructura autorregresiva de la varianza más general, al que denominó GARCh (p,q), donde la especificación de la varianza incluía los valores retardados de la misma.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j * \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i * \sigma_{t-i}^2$$

Donde condiciones de estabilidad sobre los parámetros son:

$$\alpha_0 > 0, \alpha_j \geq 0, \beta_i \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^q \alpha_j + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

- Principales variantes de los modelos GARCH

Categoría	Año	Tipo de modelo	Autor(es)	Especificación	Aporte
Básico	1983	ARCH Multivariante	Kraft y Engle	$H_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 H_{t-1}$ $\varepsilon_t = y_t - xb$	Incorpora otras variables explicativas.
	1986	ARCH-M	Engle, Lilien y Robins	$y_t = \rho_0 + \sum_{l=1}^n \rho_l * y_{t-l} + \sum_{h=1}^n \theta_h * \sigma_{t-h}^2 + \varepsilon_t$	Incorpora la desviación típica o varianza heterocedástica como variable explicativa de la media.
Asimétrico	1991	EGARCH	Nelson	$\log(h_t) = \alpha_0 + \beta_1 \log(h_{t-1})$ $+ \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \alpha \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{2\pi} \right]$	Es un modelos para procesos no normales, e incorpora la asimetría de la respuesta ante shocks positivos o negativos.
	1994	T-GARCH	Gourieroux Zakonian (1994)	$\sqrt{h_t} = \alpha_0 + \alpha_1 \sqrt{h_{t-1}} + \alpha_2 \sqrt{h_{t-1}} \varepsilon_{t-1}^2 +$ $\alpha \sqrt{h_{t-1}} \max(0, \varepsilon_{t-1})^2$	Modelos dinámicos donde media y varianza condicionales son funciones stepwise endógenas.
	1993	GJR-GARCH	Glosten y Otros	$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1} + \alpha_2 h_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 +$ $\alpha h_{t-1} \max(0, \varepsilon_{t-1})^2$	Incorpora la diferenciación del parámetro en subida y en bajada.

Elaboración propia

Fuente: 20 AÑOS DE MODELOS ARCH

Categoría	Año	Tipo de modelo	Autor(es)	Especificación	Aporte
Volatilidad persistente	1986	IGARCH	Engle y Bollerslev	$h_t = \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + (1 - \alpha) h_{t-1}$	Modeliza la persistencia de la varianza condicional heterocedástica.
	1996	Modelo de memoria larga o "ARCH con component es"	Ding y Granger	$h_t = w h_{1t} + (1 - w) h_{2t}$ $h_{1t} = \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + (1 - \alpha_1) h_{1t-1}$ $h_{2t} = h_t (1 - \alpha_2 - \beta_2) + \alpha_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_2 h_{1t-1}$	La varianza se especifica en dos partes: una con efectos importantes de muy corta duración en el tiempo y otra con efectos más discretos, pero persistentes en el tiempo.
Otros	1994	Modelos ARCH de Régimen Cambiante	Hamilton y Susmel	$\tilde{\varepsilon}_t = \varepsilon_t / \sqrt{g_{st}}$ $h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \tilde{\varepsilon}_{t-i}^2 + \xi d_{t-1} \tilde{\varepsilon}_{t-1}^2$ $\text{si } \tilde{\varepsilon}_t \leq 0 \quad d_{t-1} = 1$ $\text{resto} \quad d_{t-1} = 0$	Introduce funciones de densidad que cambian a partir de cadenas de Markov, así como parámetros ARCH cambiantes a partir de una matriz de "estado" o "régimen" de la variable en el período previo.
	1997	VAR-GARCH		$h_{(t,i)} = x' b + \alpha_i \varepsilon_{t-1,i}^2 + \beta_i h_{t-1,i}$ $i = 1, 2, \dots \text{ (n}^\circ \text{ variables del VAR)}$	Empleo de un VAR con residuos con heterocedasticidad condicional.

Elaboración propia

Fuente: 20 AÑOS DE MODELOS ARCH

- Modelos GARCH usados en la investigación:

- a) Engle, Lilien y Robins (1986) extendieron el modelo GARCH básico, al modelo GARCH-in-Mean o GARCH-M (p,q), incorporando la desviación típica heterocedástica (o la varianza, según sea el caso) como una variable regresora de la variable explicada.

$$y_t = \rho_0 + \sum_{l=1}^n \rho_l * y_{t-l} + \sum_{h=1}^n \theta_h * \sigma_{t-h}^2 + \varepsilon_t$$

- b) Para modelizar la volatilidad, Nelson (1991) propuso una extensión de los modelos GARCH (p,q), llamado el modelo Exponential GARCH o EGARCH (p,q), el cual modeliza el logaritmo de la varianza condicional, y permite el efecto diferenciado de shocks positivos y negativos, al incluir tanto el valor absoluto de los retardos como su nivel.

$$\log(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i * \log(\sigma_{t-i}^2) + \sum_{q=1}^q \alpha_q \left[\left| \frac{\varepsilon_{t-q}}{\sigma_{t-q}} \right| \right] + \sum_{k=1}^r \gamma_k * \left[\frac{\varepsilon_{t-k}}{\sigma_{t-k}} \right]$$

Este tipo de modelos, no impone restricciones de no negatividad sobre los parámetros. Además, captan la asimetría de la volatilidad, pues si $\gamma_k \neq 0$ el impacto es asimétrico, mientras que si $\gamma_k > 0$, los shocks positivos causan más volatilidad o incertidumbre.

- c) Otra variante conocida como Threshold GARCH (TGARCH (p,q)), fue inicialmente abordada por Zakoïan (1994) y Glosten, Jaganathan, y Runkle (1993). Evalua si las innovaciones por sobre lo esperado, tienen un efecto distinto del que tendrían menores innovaciones que las esperadas. Dicho modelo permite que el parámetro del “j - ésimo” rezago del error cambie dependiendo de si el error rezagado “j veces” excede cierto umbral.

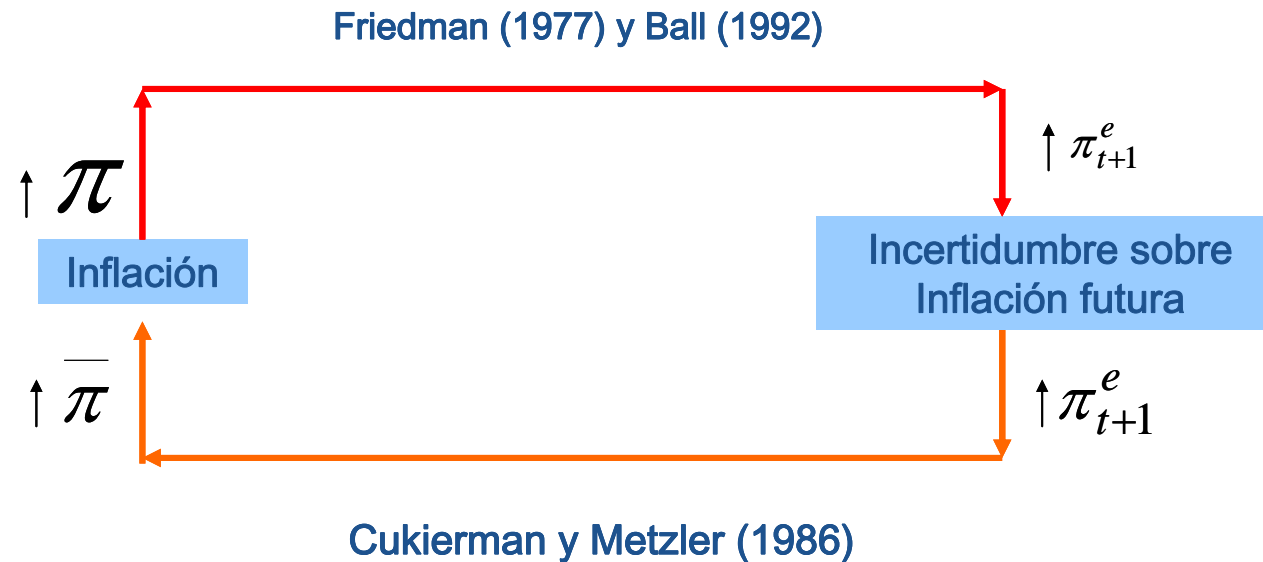
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i * \sigma_{t-i}^2 + \sum_{q=1}^q \alpha_q * \varepsilon_{t-q}^2 + \sum_{k=1}^r \gamma_k * \varepsilon_{t-k}^2 * \delta_{t-k}$$

Donde: $\delta_{t-k} = 1$ si $\varepsilon_{t-k} < 0$ y $\delta_{t-k} = 0$ en otros casos.

En este modelo, el impacto de las noticias es asimétrico. Las buenas noticias ($\varepsilon_{t-k} > 0$) y las malas noticias ($\varepsilon_{t-k} < 0$) tienen un impacto diferente sobre la varianza condicional, las buenas noticias tienen un impacto de α_q , mientras que las noticias malas tienen un impacto de $\alpha_q + \gamma_k$.

4 Hipótesis

- Según Friedman (1977) y Ball (1992)
H₀: Una alta tasa de inflación crea mayor incertidumbre sobre los niveles futuros de inflación en el Perú.
- Según Cukierman y Metzler (1986)
H₀: Un incremento en la incertidumbre inflacionaria, aumentan la inflación óptima promedio en el Perú.



5. Metodología

- Cálculo de la inflación mensual a través de las variaciones mensuales del IPC de Lima Metropolitana (periodo base 1994).
- Identificación de los sub periodos de análisis (quiebres estructurales) mediante el test de Chow.
- Verificación del proceso heteroscedástico de los residuos a través de la función de autocorrelación del cuadrado de los residuos.
- Determinación del orden de la estructura GARCH mediante el Test ARCH (basado en el principio del multiplicador de Lagrange).
- Especificación funcional GARCH, según el comportamiento mensual de la inflación en cada sub periodo identificado.

6. Resultados

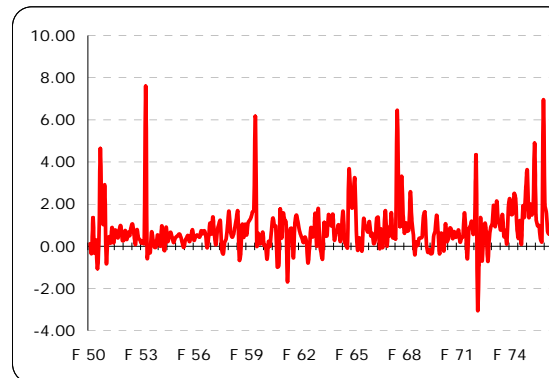
Según el Test de quiebre estructural, fue conveniente dividir la muestra en 5 sub periodos

Evolución del Índice de Precios al Consumidor (var. % mensual)

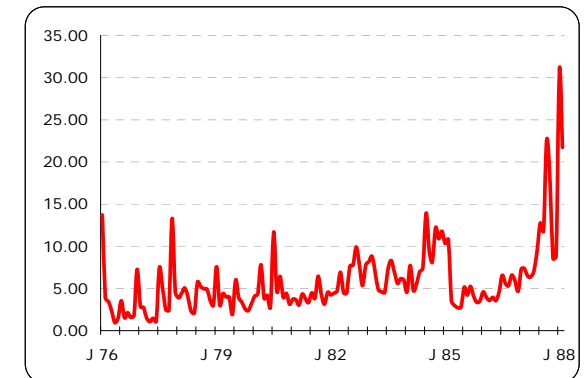
Resultados del Test de Chow recursivo

Fecha	Estadístico F	Probabilidad
Junio de 1976	232.283	0.0000
Agosto de 1988	30.081	0.0000
Agosto de 1990	12.724	0.0008
Mayo de 1993	370.668	0.0000

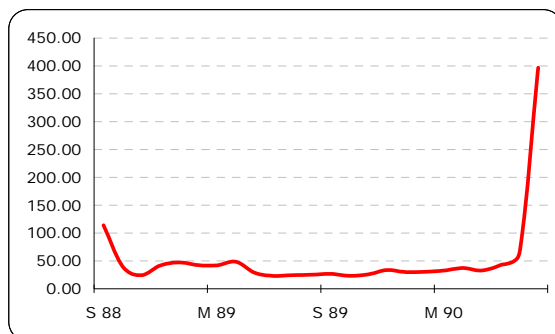
Periodo: 02/1950 - 06/1976



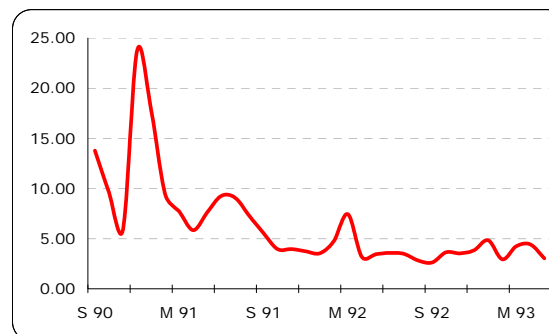
Periodo: 07/1976 - 08/1988



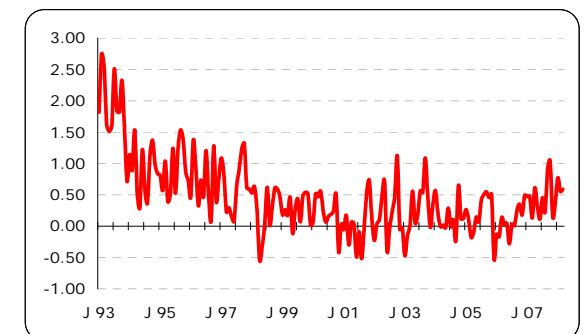
Periodo: 09/1988 - 08/1990



Periodo: 09/1990 - 05/1993



Periodo: 06/1993 - 08/2008



Fuente: INEI

Periodo 1: Febrero de 1950 a junio de 1976

$$Inf_t = 0.0046 + 0.1997 * Inf_{t-1} + 0.0001 * trend^2 + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = 0.0001 + 0.1832 * \sigma_{t-1}^2 + (-0.2072) * \varepsilon_{t-1}^2 * \delta_{t-1} + 0.0001 * trend$$

$$\varepsilon_{t-1}^2 < 0 \rightarrow \delta_{t-1} = 1$$

$$\varepsilon_{t-1}^2 \geq 0 \rightarrow \delta_{t-1} = 0$$

Prob. Parámetros:	< 0.05
R ² :	0.0491
R ² Ajustado:	0.0306
Prob. Jarque Bera:	0.0000
Prob. Test Arch:	0.9543

Periodo 2: Julio de 1976 a agosto de 1988

$$Inf_t = 0.4402 * Inf_{t-1} + 56.0178 * \sigma_t^2 + \varepsilon_t$$

Prob. Parámetros:	< 0.01
R ² :	0.4148
R ² Ajustado:	0.3936
Prob. Jarque Bera:	0.0000
Prob. Test Arch:	0.3621

$$\log(\sigma_t^2) = (-8.1826) + (-0.3384) * \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + (-0.2896) * \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + 15.3085 * Inf_{t-1}$$

Periodo 3: Septiembre de 1988 a agosto de 1990

$$Inf_t = 1.0774 * Inf_{t-1} + 0.3467 * dummy * Inf_{t-2} + \varepsilon_t$$

Prob. Parámetros:	< 0.01
R ² :	0.4364
R ² Ajustado:	0.1949
Prob. Jarque Bera:	0.2481
Prob. Test Arch:	0.5113

$$\log(\sigma_t^2) = (-7.3) + (-1.6770) * \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + (-0.8832) * \left[\frac{\varepsilon_{t-2}}{\sigma_{t-2}} \right] + 1.1275 * \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + 12.1243 * Inf_{t-1}$$

Periodo 4: Septiembre de 1990 a mayo de 1993

$$Inf_t = 0.0194 + 0.5531 * Inf_{t-1} + \varepsilon_t$$

Prob. Parámetros:	< 0.01
R ² :	0.4364
R ² Ajustado:	0.3507
Prob. Jarque Bera:	0.2831
Prob. Test Arch:	0.4128

$$\log(\sigma_t^2) = (-2.7809) + 0.6100 * \log(\sigma_{t-1}^2) + (-1.3117) * \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + 11.7642 * Inf_{t-1} + (-0.0185) * trend$$

Periodo 5: Junio de 1993 a agosto del 2008

$$Inf_t = 0.4171 * Inf_{t-1} + 0.5778 * \sigma_t + \varepsilon_t$$

$$\log(\sigma_t^2) = (-11.2411) + (-0.5556) * \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right] + 104.9801 * Inf_{t-1}$$

Prob. Parámetros:	< 0.01
R ² :	0.4710
R ² Ajustado:	0.4590
Prob. Jarque Bera:	0.1871
Prob. Test Arch:	0.7100

7. Conclusiones

- ✓ Se hallaron cuatro quiebres estructurales importantes en la serie mensual del IPC a través del Test de Chow, en junio de 1976, agosto de 1988, agosto de 1990 y mayo de 1993.
- ✓ Se acepta que los mayores niveles de inflación mensual hayan generado una mayor incertidumbre inflacionaria, sobretodo en aquellos periodos con hiperinflación o inflación relativamente alta.
- ✓ Se observó una mayor persistencia de la incertidumbre sobre la inflación mensual, en periodos con elevadas tasas de inflación.
- ✓ Entre 1950 y 1991, los shocks negativos del mes anterior, incrementaron más la incertidumbre inflacionaria que aquellos shocks positivos de similar magnitud.
- ✓ En resumen, fuertes periodos inflacionarios no sólo provocan una mayor incertidumbre, sino también que refuerzan la relación Inflación – Incertidumbre y viceversa, llegando a generar un círculo vicioso que puede elevar los precios por encima de los fundamentos habituales de oferta y demanda.

8. Agenda Pendiente

- ✓ Si bien los resultados son muy sugerentes, aún queda mucho por avanzar en cuanto a las especificaciones de los modelos que expliquen el comportamiento inflacionario en el Perú, una sugerencia es que se incorpore un análisis sobre la formación de expectativas de las familias.

¡Muchas gracias!

Reciprocidad entre la Incertidumbre y el Comportamiento de la Inflación en el Perú

Jean Carlos Sánchez Campos
jcsanchez@maximixe.com

Roy Herd Nuñez Joyo
rnunez@maximixe.com