



**BANCO DE LA REPÚBLICA**  
**SUBGERENCIA DE ESTUDIOS ECONÓMICOS**

## **DESEQUILIBRIOS REALES EN COLOMBIA**

**Martha Misas Arango**  
**Enrique López Enciso\***

**Junio 2001**

---

\* Agradecemos los comentarios y sugerencias de Luis Eduardo Arango, Luis Fernando Melo, Carlos Esteban Posada y María Teresa Ramírez. Los resultados y opiniones son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

## **Introducción**

La evaluación de los desequilibrios reales, entendida como el examen de la utilización agregada de los recursos, permite un diagnóstico preciso de la fase en que se encuentra una economía en el ciclo económico. De esta forma, pueden determinarse la presencia de presiones inflacionarias, el crecimiento potencial de una economía y la posición estructural de las finanzas del gobierno. Para un banco central el primer motivo resulta de particular interés: la inflación es sensible al ciclo de actividad a través de las tensiones que se refuerzan o disminuyen sobre los mercados de bienes y de trabajo. Dichas consideraciones llevan a decisiones sustanciales de política monetaria.

El examen de los desequilibrios reales se efectúa tradicionalmente a partir de la determinación del producto potencial y de la brecha que lo separa de la producción corriente, (GAP). Diferentes medidas del desequilibrio real permiten hacer inferencia acerca de la estructura de la economía a partir del análisis de los movimientos comunes de éstas y de sus respuestas ante diferentes tipos de “shocks”. El objetivo de este documento es proveer, a partir de la utilización de un único sistema vectorial autorregresivo estructural (SVAR), dos indicadores de la posición actual de la economía colombiana en el ciclo, el GAP de producto y el de desempleo.

El documento contiene siete secciones incluida esta introducción. En la segunda se presenta una reflexión metodológica sobre el concepto de brecha de producto junto con un recuento de las diferentes técnicas que existen para el cálculo de ésta, con el fin de ubicar con precisión la metodología que proponemos. La siguiente sección se detiene en el problema de identificación del VAR estructural, teniendo en cuenta que es una de las dificultades de fondo que se debe superar para llevar a cabo este trabajo. En la cuarta sección se muestra en detalle la metodología SVAR utilizada y en la siguiente los resultados. Una visión de conjunto de los desequilibrios reales se consigna en la sexta sección. La última concluye.

## **2. Consideraciones metodológicas**

### **2.1 El concepto de brecha de producto.**

No existe un consenso en la literatura económica acerca del concepto de brecha del producto y del concepto complementario de producto potencial. En una versión se le define en términos de la cercanía de la economía, y por ende de su producción actual, a la capacidad máxima de producción. En este caso la brecha tiene como límite lógico a cero y, salvo esa situación, siempre será positiva.

Esa es la idea original desarrollada por Okun (1962) para quien el producto potencial es un concepto de oferta, una medida de la capacidad productiva consistente con una tasa de desempleo del 4%<sup>1</sup>, aunque el producto potencial puede ser objeto de variación estocástica. Se le considera, además, como un concepto de corto plazo en el que se toman como dados el

---

<sup>1</sup> El trabajo de Okun fue realizado para la economía de E.E.U.U.

conocimiento tecnológico, el acervo de capital, los recursos naturales, la capacitación y la educación de la fuerza de trabajo<sup>2</sup>.

En una definición alternativa, el concepto de brecha expresa un desequilibrio real, o en otras palabras, una medida de la distancia que separa al producto corriente de su nivel de equilibrio de largo plazo<sup>3</sup>, considerando este último como un producto potencial o un producto de capacidad plena. Empíricamente, la brecha se expresa como la desviación del producto actual con relación a la tendencia aunque las diferentes definiciones de equilibrio llevan a diferentes formas de cálculo. Así, en este caso, una brecha positiva significa un producto por encima de la tendencia y, siguiendo a Fisher et al. (1997), esta es la definición que se utilizará en este documento.

El cambio en la forma de entender la brecha de producto se da, a su vez, por las modificaciones en las condiciones económicas y en el paradigma dominante acerca de la política económica. La estimación del producto potencial es incorporado a la teoría de la curva de Phillips y, posteriormente, desarrollada en la teoría del producto natural que subyace tras el concepto de tasa natural de desempleo elaborado por Friedman (véase, Espinosa-Vega et al., 1997).

Tanto los monetaristas como la escuela Nueva Clásica hacen grandes avances en el análisis de la oferta agregada. Para las dos escuelas de pensamiento la preocupación fundamental continua siendo la relación entre los cambios en precios ( y las expectativas de inflación) y la separación transitoria entre la cantidad corriente ofrecida y la cantidad ofrecida “ideal” que pudiera darse si los salarios y los precios fueran flexibles y las expectativas se cumplieran plenamente. El producto potencial, en esta aproximación, no se modela sino que se toma como dado. Por el contrario, para la teoría del ciclo real de negocios (RBC), el producto corriente es siempre igual al potencial. Su énfasis, en consecuencia, se centra en la determinación de las variaciones de este último (véase, Woodford, 1999).

Recientemente, en el marco de los modelos de “inflation targeting”, la medición de la brecha de producto y del producto potencial adquiere un renovado ímpetu. La medida es utilizada dentro de las curvas de Phillips ampliadas con expectativas como una forma de capturar los desequilibrios reales o, en otras palabras, con el fin de medir si la economía se encuentra en un nivel insostenible de utilización de recursos. Esto en virtud de que en esta estrategia de política monetaria se observan muchas variables y no únicamente los agregados monetarios o la tasa de cambio (véase, Mishkin, 2000).

Para ilustrar el punto, se puede señalar que, en una evaluación reciente sobre los esquemas de inflación objetivo se encuentra que dentro de las áreas de investigación en los bancos centrales, los estudios sobre brecha de producto e inflación ocupan el cuarto lugar en los bancos centrales del mundo

---

<sup>2</sup> Véase Okun A. (1983) *Economics for Policy Making*, MIT Press.

<sup>3</sup> La brecha de producto se define como el producto actual menos el producto potencial relativo al producto potencial,  $(y-y^*)/y^*$ , en porcentaje.

desarrollado y el décimo sexto en las economías en desarrollo y en transición (véase, Sterne, 2000)<sup>4</sup>.

## **2.2 Medición de la brecha de producto**

En su trabajo pionero de 1962 Okun señala las dificultades que existen para medir el producto potencial y, como consecuencia de la definición de producto potencial, la brecha del producto. En la descripción de su técnica, Okun (1962) muestra como un 4% de desempleo es la tasa a la que se observa el producto potencial. La técnica básica se resume en estimar cuanto de producto se pierde por un desempleo por encima del cuatro por ciento. La cifra concreta encontrada por Okun significa que cada punto porcentual por encima del cuatro por ciento esta asociada con una caída de tres por ciento en el producto, (Ley de Okun). A este resultado se llega a través de tres ejercicios econométricos: relacionar los cambios trimestrales del empleo y del producto, utilizar los niveles de dichas series y suponer que tienen una tasa de crecimiento constante para hallar las tendencias y las elasticidades y, finalmente, por medio de técnicas de suavizamiento alcanzar la senda potencial.

Desde entonces, la medición del potencial y la brecha de producto ha avanzado. Los desarrollos técnicos se dan, en buena medida, paralelamente con el desarrollo conceptual. Hoy en día se acepta que la brecha del producto puede surgir de “shocks” de demanda (brecha positiva) o de oferta (brecha negativa). A pesar de que las consecuencias sobre la brecha de producto pueden ser similares sin importar cual es la fuente, las implicaciones de largo plazo pueden ser diferentes si se trata de un “shock” de oferta sobre los niveles no inflacionarios de producto.

Para realizar el cálculo del potencial es necesario tener claridad sobre lo que le ocurre a éste y al producto corriente, punto sobre el cual existe un amplio debate. Por esta razón, la definición y estimación de la tendencia y los componentes cíclicos del producto conducen a una gran cantidad de preguntas teóricas y empíricas, las cuales reflejan la controversia sobre el origen de las fluctuaciones económicas. Dado que el producto potencial y su correspondiente GAP son variables no observables, se han desarrollado recientemente una gran cantidad de técnicas econométricas para estimarlas.

En el cuadro 1 se presenta un resumen de las diferentes técnicas, se subrayan sus fortalezas y debilidades y se muestra cuales de ellas se han aplicado en Colombia así como también las referencias de los trabajos respectivos. El cuadro organiza las metodologías en dos grandes ramas: extracción estadística de la tendencia y estimación de relaciones estructurales.

---

<sup>4</sup> Se consideraron 16 programas de investigación en 96 bancos centrales.

**Cuadro 1. Enfoques para la estimación del producto potencial o la tasa natural y del GAP de producto o desempleo**

Tipo de metodología	Nombre	Características y Fortalezas	Debilidades	Trabajos en Colombia
1.1 Extracción de Tendencia.	Filtro de Baxter-King (Band-Pass)	Promedio móvil lineal que separa los componentes periódicos de una realización que evoluciona en una banda específica de frecuencias. Filtro elimina componentes tanto de muy baja como de muy alta frecuencia, al tiempo que retiene componentes de frecuencia intermedios.	Método mecánico sin economía	Arango y Posada (2000)
1.1 Extracción de Tendencia.	Método de Hodrick-Prescott (Filtro Univariado)  con $\lambda$ cambiante	Clasifica las series de tiempo en fluctuaciones de la tendencia, luego minimiza la suma al cuadrado de las diferencias entre la tendencia y el valor actual.	Método mecánico sin economía. Dificultad para determinar el $\lambda$ apropiado (para extraer tendencia). Sesgos al final de la muestra. Ciclos espurios con series integradas o casi integradas.	Muchos, muy popular. Por ejemplo López y Misas (1998) para producto y Arango y Posada (2000) para desempleo.  Melo y Riascos (1997)
1.2 Extracción de Tendencia. Componentes no observados	Beveridge-Nelson	Método de extracción de tendencia usando componentes no observados. Descompone en producto no observado permanente y temporal no observado. Consisten en un paseo aleatorio con drift y un proceso autoregresivo respectivamente.	Método mecánico sin economía. Sesgos al final de la muestra. Método univariado, presenta límites para la extracción de información.	
1.2 Extracción de Tendencia. Componentes no observados	Componentes no observados univariados o bivariados	Univariado: descompone la serie en dos componentes independientes: una tendencia estocástica y un componente cíclico. Acá los choques no están correlacionados (como en BN) Se estima con filtro de Kalman. En Bivariados: el componente cíclico es común a las dos series. Se representa en forma estado-espacio. Se estima con filtro de Kalman.	Método Mecánico.	Arango y Posada (2000).
1.2 Extracción de	Factores	Se parte de que las series económicas	Método Mecánico. Los gaps que se	No.

Tendencia. Componentes no observados	permanentes comunes.	pueden tener comovimientos simultáneos. Así mismo los comovimientos son permanentes y temporales.	generan son simétricos.	
1.2 Extracción de Tendencia. Componentes no observados	Factores permanentes comunes con tasas de crecimiento asimétricas	Las recesiones y las expansiones son diferentes. La asimetría se obtiene con un modelo switching en el componente permanente común. También el switching puede estar en el componente común transitorio	Método Mecánico.	No.
2. Estructurales	VAR estructural Blanchard y Quah	Soporte Teoría Económica. Diferencia choques de oferta y demanda. Toma información de otras variables	Incertidumbre sobre la brecha estimada por problemas de final de muestra. Cambio en el ciclo afecta las estimaciones.	Misas y López (1998); Misas y López (2000). Misas y Posada (2000)
2. Estructurales	Función de Producción	En su forma simple con una función de producción Cobb-Douglas. La productividad se deriva de la suavización de los residuales de la ecuación.	Calculo del Acervo de Capital. Forma funcional restringida. En todo caso se calcula brecha para factores y producto, esto vuelve el problema circular.	Prieto y Rodríguez (1997)
2. Estructurales	Modelo de Demanda	Estimar el gap de producto con medidas como tasa de desempleo, razón entre buscadores de empleo y oferentes y utilización de la capacidad instalada. Se hace una regresión que incluye una tendencia polinomial.	Este método sobreestima el GAP de producto ya que las variables diferentes al producto incluyen componentes estructurales y cíclicos.	No
2. Estructurales	Sistemas multivariados	Sistemas que específicamente relacionan producto, desempleo e inflación con base en las relaciones económicas sugeridas por la teoría. Con un sistema de ecuaciones simultáneas se estima el producto potencial y la tasa natural de desempleo. Se utilizan mínimos cuadrados en tres etapas o métodos de componentes no observados.	Pueden faltar factores determinantes en las relaciones y subsistir problemas de identificación.	Julio y Gómez (1998)

En el primer grupo de técnicas se separa la serie de tiempo en sus componentes permanente y cíclico, y en el segundo se busca aislar los efectos de las influencias estructurales y cíclicas sobre el producto. Dentro del primer grupo se encuentran los filtros de Hodrick y Prescott y de Beveridge y Nelson, como también, métodos de componentes no observadas (univariado, bivariado, componentes permanentes y componentes cíclicas). Dentro del grupo de métodos que utilizan la teoría económica se encuentran los SVAR (VAR estructural), la función de producción, el modelo de demanda y los sistemas multivariados a la Beveridge y Nelson.

En general puede afirmarse que el primer grupo de métodos supone un comportamiento peculiar de la demanda y la oferta agregadas. El filtro de Hodrick y Prescott y los otros métodos estadísticos asignan los movimientos en el producto de manera proporcional entre la oferta y la demanda. También inducen a una correlación positiva entre los dos. Sin embargo, no existe en realidad razón para que los “shocks” de demanda y de oferta se comporten de esta forma.

Los métodos soportados por la teoría económica permiten, por esa misma razón, un mejor tratamiento de los “shocks” de oferta y de demanda. Sin embargo, no están exentos de problemas. El método multivariado de Beveridge y Nelson, por ejemplo, subestima los “shocks” de oferta sobre el producto en la medida en que supone que el efecto de éstos es inmediato como consecuencia de su definición como paseo aleatorio. La función de producción, por su parte, adolece del problema de que los movimientos en los factores productivos deben también ser descompuestos en tendencia y componentes cíclicos, lo cual lleva a que se plantee de manera recurrente la misma dificultad de separación de tendencia y ciclo.

### **2.3 Medidas alternativas**

La brecha de producto no es la única medida de la utilización de los recursos productivos que puede utilizarse como guía para la política económica. De hecho, muchos de los métodos descritos anteriormente han sido utilizados sobre diferentes variables reales. La idea general es que la brecha del producto es consistente con los desequilibrios en el mercado de trabajo y con una utilización subóptima de la capacidad instalada. Ilustremos un poco más el punto.

En el evento de una brecha positiva originada por un “shock” de demanda, las firmas emplearan más trabajo con el fin de producir, a un acervo de capital dado, el producto extra para satisfacer a la demanda. De esta forma, un sustituto para la brecha de producto es la brecha de desempleo, la cual se construye como la diferencia entre la tasa de desempleo y una estimación del componente permanente de ésta.

Por su parte, al centrar la atención en el sector manufacturero, el índice de utilización de la capacidad instalada es una medida alternativa de la utilización

agregada de los recursos. De hecho, el trabajo de Koenig (1996) discute la utilización de capacidad instalada en este contexto. De acuerdo al autor, en gran medida, los estimativos de esta variable para los Estados Unidos, tanto los llamados reales como los corrientes<sup>5</sup>, reflejan los de la brecha del producto. Belton et al. (2000) encuentran que en E.E.U.U. la tasa de desempleo y las medidas de utilización de la capacidad instalada están correlacionadas y proveen una información similar con relación a los cambios en precios a bajos niveles de utilización de los recursos agregados. Si se está cerca del potencial la información difiere.

Para la brecha de desempleo y la utilización de capacidad instalada, la cual es por definición una brecha de capacidad, se pueden utilizar los métodos descritos en la sección anterior. En el caso específico de la utilización de capacidad instalada se suele recurrir a combinaciones lineales de las respuestas a las encuestas de opinión empresarial o a la técnica SVAR aplicada a la serie de producción industrial, con el propósito de construir una medida similar (véanse, Lalonde, 1999; Misas y López, 2000).

Existen, también, algunos ejercicios de construcción simultánea de las diferentes brechas reales. Tal es el caso de los trabajos de Adams y Coe (1999) y de Apel y Jansson (1997), los cuales incluyen el cálculo de GAPS de producto y desempleo. Astley y Yates (1999) con base en un modelo VAR estructural, del cual se toman algunas ideas para este trabajo, estiman las brechas de producto, desempleo y utilización de capacidad instalada. La complejidad del sistema lleva a un difícil problema de identificación, el cual se pone en contexto en la siguiente sección.

### **3. VAR estructural e identificación**

#### **3.1 El problema de identificación**

El problema de identificación, definido como la obtención de una forma estructural a partir de una forma reducida, es un problema genérico bien conocido y se refiere al modelo en sí mismo y no a la metodología de modelación. En otras palabras, la dificultad no se resuelve optando por una u otra metodología, todas y cada una de ellas lo enfrentan y el aspecto que las diferencia, es la forma como buscan resolverlo.

De acuerdo a Sims, la estrategia de identificación utilizada en los grandes modelos estructurales de ecuaciones simultáneas, ecuación (1), no era creíble en la medida en que en dicha estrategia se requería de la inclusión o exclusión de variables o ecuaciones de acuerdo a la exogeneidad definida por la teoría

---

<sup>5</sup> Por estimativos reales se entienden los de la brecha de producto realizados con datos preliminares e incompletos. Los corrientes recogen datos definitivos.

económica. Su propuesta es combinar un mínimo de restricciones de exclusión con condiciones sobre la estructura probabilística del componente de error del modelo.

$$AY_t = A_1Y_{t-1} + A_2Y_{t-2} + \dots + GZ_t + v_t \quad (1)$$

Consideremos un modelo VAR como el que describe la ecuación (2):

$$Y_t = B(L)Y_t + DZ_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\varepsilon_t \sim iid (0, \Sigma)$$

donde  $B(L) = \sum_{s=1}^m B_s L^s$  es una matriz polinomial en el operador de rezago  $L$  (tal que  $L^s Y_t = Y_{t-s}$ ), con  $B_s$  una matriz de orden  $n \times n$ ,  $m$  representa el número de rezagos incluido en cada uno de los  $n$  componentes del vector  $Y$ ,  $Z$  es un vector con  $d$  componentes determinísticos y  $D$  es una matriz de coeficientes de orden  $n \times d$ . Finalmente,  $\varepsilon$  es un proceso vectorial ruido blanco de tamaño  $n$  con media cero y matriz de covarianza  $\Sigma$ .

En este caso la identificación puede obtenerse a partir de un nuevo vector de perturbaciones construido a partir de una combinación lineal de  $\{\varepsilon_t\}$ , cuyos componentes son ortogonales entre sí y pueden interpretarse económicamente. Formalmente, la combinación se obtiene premultiplicando el término de error por una matriz  $A$  invertible, y de dimensión  $n \times n$ :

$$A\varepsilon_t = v_t \quad (3)$$

de tal forma que se busca que los componentes de  $v_t$  representen fuentes aisladas de variabilidad económica, es decir, con una matriz de varianza - covarianza diagonal. Esta última, sin pérdida de generalidad, puede normalizarse y representarse a través de una matriz idéntica de orden  $n$ . La matriz  $A$  provee la conexión entre la forma estructural y la reducida o modelo VAR. Al pre-multiplicarse la forma reducida, o modelo VAR estándar, se obtiene la forma de un modelo VAR estructural:

$$AY_t = AB(L)Y_t + ADZ_t + v_t \quad (4)$$

o su forma equivalente:

$$C(L)Y_t = GZ_t + v_t \quad (5)$$

donde

$$C(L) = A[I - B(L)]$$

$$G = AD$$

Nótese que el modelo (4)-(5) tiene la forma del modelo estructural tradicional, ecuación (1), con la particularidad de que todas las variables predeterminadas son variables endógenas rezagadas, con la excepción del componente determinístico y del componente de error que es ortogonal.

Para abordar el problema de identificación en este tipo de modelo, la sugerencia de Sims es combinar las restricciones en la matriz de coeficientes contemporánea y en la estructura probabilística del componente de error: esto es en la matriz  $A$  que contiene los coeficientes de impacto. Esta última debe seleccionarse de forma tal que asegure la ortogonalidad de las perturbaciones estructurales y la diferenciación estadística del sistema de ecuaciones, garantizando efectivamente que la estructura pueda identificarse. La selección de  $A$ , como una matriz triangular, garantiza, al mismo tiempo, las dos condiciones en su especificación. Estrategia conocida como esquema recursivo de Cholesky.

La estrategia recursiva es técnicamente correcta en tanto que genera un vector ortogonal y una estructura de ecuaciones que pueden diferenciarse. Sin embargo, las estructuras recursivas no son apropiadas para describir una realidad económica por el hecho de no incorporar las relaciones de naturaleza simultánea que caracterizan dicha realidad. En consecuencia, dichas estructuras son criticadas por usar restricciones contemporáneas poco creíbles, las cuales no aíslan las fuentes de perturbaciones y, por consiguiente, no pueden interpretarse adecuadamente en términos económicos<sup>6</sup>.

El desarrollo de los modelos SVAR, en el aspecto concerniente a la identificación, se da en la dirección de evitar la recursividad, considerando especificaciones más generales de  $A$ . Se han dado dos tipos de especificaciones: de corto plazo, como por ejemplo en los trabajos de Bernanke (1986), Blanchard y Watson (1986) o Sims (1986); y de largo plazo como el trabajo clásico de Blanchard y Quah (1989).

---

<sup>6</sup> Tanto en el trabajo inicial de Sims como en las aplicaciones que le siguen se señala que la identificación es uno de los flancos débiles de la metodología VAR. En consecuencia, la opinión crítica que argumenta que dichos modelos son simplemente formas reducidas se expandió rápidamente<sup>6</sup>. Lo esencial de la crítica reposa en la observación según la cual los resultados de un VAR no pueden interpretarse independientemente de un modelo macroeconómico estructural. Para poder recobrar los parámetros estructurales de un procedimiento de estimación debe imponerse algún tipo de restricción (véanse, Cooley y Leroy, 1985, y Bernanke, 1986). Como resultado de las críticas, los economistas comenzaron a centrarse específicamente en la preocupación de la identificación de las restricciones. De acuerdo a ello se permite que un subconjunto de variables estuviesen afectadas por innovaciones específicas, ya fuese en el corto o en largo plazo, de acuerdo a modelos macroeconómicos estructurales.

En el enfoque de largo plazo, la idea básica es que las restricciones estén basadas en la limitación de los efectos de ciertas perturbaciones sobre ciertas variables, dejando que la dinámica de corto plazo sea libre.

### 3.2 Restricciones de Largo Plazo.

En nuestro caso la metodología VAR estructural (SVAR) con restricciones de largo plazo es del tipo sugerido por Blanchard y Quah (1989) y su explicación detallada la presentamos a continuación.

Este ejercicio parte de un sistema estacionario<sup>7</sup>,  $Y_t$ , y de un vector de perturbaciones estructurales  $\varepsilon_t$ , como los presentados en (6).

$$Y_t = \begin{bmatrix} \Delta LIPC_t \\ \Delta LPIB_t \\ \Delta TD_t \\ \Delta CU_t \end{bmatrix}, \quad \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{IS} \\ \varepsilon_t^{Tec} \\ \varepsilon_t^{Des} \\ \varepsilon_t^{LM} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Dado que el objetivo del trabajo es la construcción de dos medidas diferentes de las brechas reales, el vector estacionario  $Y_t$  está conformado por la primera diferencia de los logaritmos de las variables índice de precios al consumidor total nacional y producto interno bruto,  $\Delta LIPC_t$  y  $\Delta LPIB_t$ , respectivamente. Como también, de las primeras diferencias de la tasa de desempleo,  $\Delta TD_t$ , siete ciudades, y de la capacidad utilizada de la industria,  $\Delta CU_t$ . La inclusión de esta última variable busca capturar la intensidad con que los factores productivos son utilizados, aunque somos conscientes de su limitación en la medida en que solo refleja la utilización de la capacidad en la industria y no en el total de la economía<sup>8</sup>.

El sistema hace posible identificar los efectos de cuatro “shocks” estructurales, algunos de los cuales permitirán estimar las medidas de las brechas, como se explica más adelante. El vector de “shocks” estructurales considera: (i) “shocks” IS que pueden reflejar movimientos en las preferencias, la política fiscal, etc., (ii) “shocks” tecnológicos asociados a cambios en la productividad de los factores de la producción, (iii) “shocks” de desempleo que reflejan cambios en los factores de producción y que pueden conducir a movimientos de largo plazo en el desempleo y (iv) “shocks” monetarios asociados a cambios en la demanda o en la oferta de dinero, como también en su velocidad de circulación.

<sup>7</sup> Las variables en niveles son integradas de orden 1, Anexo 1

<sup>8</sup> En un primer ejercicio el vector incluía el precio del petróleo. Los resultados del sistema extendido no fueron de buena calidad y por esa razón decidimos excluir esa variable

La idea general es que la identificación de los efectos de los “shocks” requiere pasar de la forma reducida o representación VAR a una representación estructural MA. Esto último se lleva a cabo a través del siguiente procedimiento.

El vector  $\{Y_t\}$  puede expresarse en términos de los “shocks” estructurales  $\{\varepsilon_t\}$  como sigue<sup>9</sup>:

$$Y_t = C_0\varepsilon_t + C_1\varepsilon_{t-1} + C_2\varepsilon_{t-2} + \dots \quad (7)$$

$$\Sigma_\varepsilon = I_4$$

la identificación del modelo VMA estructural presentado en la ecuación (7) requiere: (i) de la estimación de su correspondiente forma reducida o VAR estándar, ecuación (8) y (ii) de la imposición de un conjunto de restricciones sobre la forma estructural, en este caso, de largo plazo.

$$Y_t = A_1Y_{t-1} + \dots + A_pY_{t-p} + e_t \quad (8)$$

$$\Sigma_e = E[e_t e_t']$$

La teoría, en este caso un modelo IS-LM, ofrece 10 posibles restricciones de largo plazo en el sistema, como se muestra en el cuadro 2. En el cuadro un RLP indica que el “shock”, de acuerdo a la teoría económica, no tiene efecto de largo plazo sobre el nivel de la variable endógena particular, en otras palabras, existe una restricción de largo plazo que opera sobre dicha variable.

**Cuadro 2. Posibles Restricciones de Identificación**

Shock	Efecto sobre la variable:			
	Inflación	PIB	Desempleo	Capacidad Ins.
IS	RLP	RLP	RLP	
Tecnología	RLP		RLP	
Desempleo	RLP			RLP
LM		RLP	RLP	RLP

Se restringen los “shocks” IS, tecnológicos y de desempleo para que no tengan efectos de largo plazo sobre la tasa de inflación. Estas restricciones implican que la inflación sea vista en el largo plazo como un fenómeno monetario y que sea determinada únicamente por “shocks” LM.

<sup>9</sup> Representación VMA del modelo SVAR.

Consideramos, adicionalmente, que el nivel de producto no es afectado en el largo plazo por los “shocks” IS y LM. Lo que significa que la curva de oferta agregada sea vertical en el largo plazo y que los movimientos en el producto se den por los “shocks” de oferta: tecnología y desempleo.

Finalmente, se restringen los “shocks” de desempleo a tener efectos solo sobre sí misma en el largo plazo, mientras que la capacidad instalada es afectada, a su vez, en el largo plazo por los choques IS y tecnológicos. Los choques de desempleo no tienen efecto de largo de plazo sobre la utilización de la capacidad instalada, mientras que si lo tienen los de tecnología y los asociados a la curva IS.

En el primer caso, solo factores asociados al mercado laboral en sí mismo podrían generar efectos permanentes sobre el desempleo. Todos los otros “shocks” afectarían al desempleo de manera transitoria. En el segundo caso, la definición de las restricciones está motivada porque en el largo plazo el ajuste por costos y la incertidumbre de la demanda están incorporadas en los choques de desempleo.

Las restricciones se imponen sobre la matriz multiplicadora de largo plazo,  $C(1) = \sum_{i=0}^{\infty} C_i$ , presentada en detalle en la ecuación (9).

$$C(1) = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,11} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,12} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,13} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,14} \\ \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,21} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,22} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,23} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,24} \\ \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,31} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,32} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,33} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,34} \\ \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,41} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,42} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,43} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LIPC_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{IS}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LIPC_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Tec}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LIPC_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Des}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LIPC_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{LM}} \\ \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LPIB_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{IS}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LPIB_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Tec}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LPIB_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Des}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial LPIB_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{LM}} \\ \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial TD_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{IS}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial TD_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Tec}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial TD_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Des}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial TD_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{LM}} \\ \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial CU_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{IS}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial CU_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Tec}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial CU_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{Des}} & \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial CU_t}{\partial \varepsilon_{t-k}^{LM}} \end{bmatrix} \quad (9)$$

El conjunto de restricciones presentadas en el Cuadro 2 permite conformar a  $C(1)$  de diferentes maneras. En nuestro caso se estudian las representaciones consignadas en (10A) y (10B), dado que éstas cumplen con las condiciones de orden y rango expuestas posteriormente.

$$C(1) = \begin{bmatrix} 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,12} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,13} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,14} \\ 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,22} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,23} & 0 \\ 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,32} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,33} & 0 \\ \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,41} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,42} & 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & C_{12}(1) & C_{13}(1) & C_{14}(1) \\ 0 & C_{22}(1) & C_{23}(1) & 0 \\ 0 & C_{32}(1) & C_{33}(1) & 0 \\ C_{41}(1) & C_{42}(1) & 0 & C_{44}(1) \end{bmatrix} \quad (10A)$$

$$C(l) = \begin{bmatrix} 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,12} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,13} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,14} \\ 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,22} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,23} & 0 \\ 0 & 0 & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,33} & 0 \\ \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,41} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,42} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,43} & \sum_{i=0}^{\infty} C_{i,44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & C_{12}(l) & C_{13}(l) & C_{14}(l) \\ 0 & C_{22}(l) & C_{23}(l) & 0 \\ 0 & 0 & C_{33}(l) & 0 \\ C_{41}(l) & C_{42}(l) & C_{43}(l) & C_{44}(l) \end{bmatrix} \quad (10B)$$

Dado el ordenamiento de las variables en el vector  $Y_t$  las restricciones impuestas, en la representación (10A), pueden interpretarse como: (i) los precios son neutrales en el largo plazo a “shocks” IS, (ii) los “shocks” IS y monetarios no afectan en el largo plazo al producto (iii) el desempleo no se ve afectado en el largo plazo por “shocks” IS y monetarios y (iv) la utilización de la capacidad instalada no se ve afectada en el largo plazo por “shocks” de desempleo. Las representaciones (10A) y (10B) son similares en lo concerniente a los precios y al producto. Las diferencias radican en que en la segunda representación el desempleo no se ve afectado en el largo plazo por “shocks” IS, tecnológicos y monetarios y, también, a que la capacidad utilizada no está sujeta a restricciones de largo plazo.

#### 4. Metodología

En este trabajo se utilizan las dos representaciones SVAR derivadas de las dos posibles matrices multiplicadoras de largo plazo (10A) y (10B) para construir las medidas de desequilibrios reales: brecha de producto y brecha de desempleo.

Debido a que el modelo VAR estándar planteado en (8) es estacionario, admite, por tanto, de acuerdo al teorema de Wold, la siguiente representación de media móvil:

$$Y_t = B_0 e_t + B_1 e_{t-1} + B_2 e_{t-2} + \dots \quad (11)$$

$$E(e_t e_t') = \Sigma_e, \quad B_0 = I_4$$

Así, de las ecuaciones (7) y (11) puede derivarse la relación entre los “shocks” estructurales y las innovaciones asociadas a la forma reducida, como se presenta en la ecuación (12).

$$B(L)e_t = C(L)\varepsilon_t \quad (12)$$

en particular, suponiendo que  $C_0$  es una matriz no singular se tiene:

$$e_t = C_0 \varepsilon_t \quad (13)$$

$$B(L) = C(L)C_0^{-1} \quad (14)$$

de tal manera que, la matriz  $C_0$  puede determinarse como el producto de:

$$\begin{aligned} C_0 &= B(1)^{-1}C(1) \\ B(1)^{-1} &= A(1) \end{aligned} \quad (15)$$

A través de este producto, como lo señalan Amisano y Giannini (1997), se imponen sobre la matriz  $C_0$  el conjunto de restricciones de largo plazo, en nuestro caso, señaladas en las ecuaciones (10A) y (10B).

La literatura reciente sobre el enfoque VAR estructural utiliza diferentes procedimientos para llevar el modelo VAR estándar a la forma estructural. Uno de dichos procedimientos es a través de la forma C o modelo tipo C, explicado más adelante. La ecuación (13) permite asociar el VAR estructural con restricciones de largo plazo con el Modelo tipo C presentado en Amisano y Giannini (1997).

Dado que la matriz multiplicadora de largo plazo presentada en (10A) no corresponde a una forma triangular, el proceso de identificación y estimación, utilizado en este trabajo, es el presentado a continuación<sup>10</sup>.

#### 4.1 Identificación

En general, el modelo C o forma C puede ser planteado a través de las ecuaciones presentadas en (16):

$$\begin{aligned} e_t &= C\varepsilon_t \\ E[\varepsilon_t] &= 0 \\ E[\varepsilon_t\varepsilon_t'] &= I_n \\ e_t &\sim IMN(0, \Sigma_e) \end{aligned} \quad (16)$$

donde en nuestro caso se tiene  $C = C_0$  e  $I_n = I_4$ . La información muestral está contenida en la matriz de varianza-covarianza del VAR estándar,  $\hat{\Sigma}_e$ , que puede ser entendida como la estimación no restringida de la matriz de varianza-covarianza de las perturbaciones de la forma reducida, ecuación (8).

---

<sup>10</sup> Es de señalar que la matriz  $C(1)$  de la representación (10B) es triangular y, por consiguiente, la estimación del correspondiente SVAR podría haberse llevado a cabo de manera directa como en Misa y López (2000) o Melo y Hamann (1998), entre otros. Sin embargo, con el fin de hacer comparables los resultados de las dos representaciones SVAR, asociadas a (10A) y a (10B), en lo concerniente a las funciones de impulso-respuesta y a los desequilibrios reales correspondientes, se sigue, para los dos casos, el esquema general de identificación y estimación del modelo tipo C presentado por Amisano y Giannini (1997).

La función de verosimilitud correspondiente al modelo C, explicada en detalle en Magnus y Neudecker (1988), para los 10 parámetros de interés<sup>11</sup> es:

$$\ell(C_0) = k + \frac{T}{2} \log(|C_0^{-1}|^2) - \frac{T}{2} \text{tr}((C_0^{-1})' C_0^{-1} \hat{\Sigma}) \quad (17)$$

donde la condición de que  $\Sigma_e = C_0 C_0'$  introduce un conjunto de restricciones no lineales sobre el espacio de parámetros. Así, en general, se pueden conseguir condiciones necesarias y suficientes para identificación local de los parámetros de la matriz  $C_0$ .

En general, un modelo VAR estructural puede entenderse como un modelo de ecuaciones simultáneas (Véase, Hamilton 1994 y Engle y McFadden 1999). Por consiguiente, la etapa de identificación en el modelo estructural se alcanza siempre que el conjunto de restricciones impuestas cumpla con las condiciones de orden y de rango.

La condición de orden exige que  $C_0$  no tenga más parámetros desconocidos que  $\Sigma$ . Es decir, el número de restricciones impuestas, en este caso de largo plazo, deben ser iguales a  $n(n-1)/2$ , siendo  $n$  en número de variables del sistema. De esa forma, el número de restricciones impuestas en el ejercicio analizado, seis, ecuación (10A) o (10B), satisface la condición de orden. Sin embargo, es de recordar que la condición de orden es de carácter necesario mas no suficiente. En otras palabras, en un modelo puede cumplirse con dicha condición y no alcanzarse la fase de identificación.

Con el propósito de caracterizar la condición de rango, se supone que los parámetros por estimar, contenidos en la matriz  $C_0$ , satisface la siguiente forma implícita de restricciones lineales no homogéneas e independientes:

$$R \text{vec}(C_0) = d \quad (18)$$

donde  $R(r \times n^2)$ : matriz de rango fila completo ( $r$  número de parámetros por estimar,  $n$  número de variables del sistema) y  $d(r \times 1)$ : posible vector no cero. Así mismo, dichas restricciones pueden formularse de manera explícita a través de (19):

$$\text{vec}(C_0) = S \gamma + s \quad (19)$$

---

<sup>11</sup> Parámetros no conocidos en la matriz  $C_0$ , resultantes del producto presentado en la ecuación (15).

donde  $S (n^2 \times l)$ : matriz de rango columna completo ( $l = n^2 - r$ ) y  $s (n^2 \times 1)$  posible vector no cero. En particular,  $\gamma$  es un vector conformado por los parámetros de  $C_0$  por estimar. La relación entre las formas implícita y explícita se presenta en (20).

$$\begin{aligned} R S &= [0]_{(rxl)} \\ R s &= d_{(rx1)} \end{aligned} \quad (20)$$

La condición de rango se tiene si la matriz  $R(I_n \otimes C_0)\tilde{D}_n$  es de rango columna  $n(n-1)/2$ , donde la matriz  $\tilde{D}_n$  es de rango columna  $(n^2 \times n(n-1)/2)$ . Es importante señalar que, como lo señala Spanos (1995)<sup>12</sup>, la condición de rango depende del conjunto de restricciones, en lo referente a sus posiciones dentro del sistema, y no de la información sobre las variables bajo estudio.

## 4.2 Estimación FIML

Una vez alcanzada la fase de identificación, se procede a la estimación mediante FIML<sup>13</sup>. La cual parte de la forma explícita presentada en (19) y mediante la regla de la cadena determina el vector *score* del vector de parámetros por estimar  $\gamma$ , tal que:

$$f'(\gamma) = f'(vec(C_0))S \quad (21)$$

En (22) se presenta la condición de primer orden para la maximización de la función de verosimilitud con respecto a  $\gamma$  y en (23) la correspondiente matriz de información:

$$f'(vec(C_0))S = [0]_{(1 \times l)} \quad (22)$$

$$I(\gamma) = S'[I(vec C_0)]S \quad (23)$$

de tal forma que, utilizando el vector *score* (21) y la matriz de información (23) se implementa el algoritmo *score* para encontrar el estimador FIML del vector de parámetros ( $\gamma$ ). Dicho algoritmo utiliza el siguiente esquema recursivo:

$$\gamma_{j+1} = \gamma_j + [I(\gamma_j)]^{-1} f(\gamma_j) \quad (24)$$

Una vez obtenido  $\hat{\gamma}$ , a partir de la recursión, se obtiene el estimador FIML de  $vec(C_0)$ . Los valores iniciales<sup>14</sup>, requeridos por el algoritmo, son

<sup>12</sup> Capítulo 25, sección 25.3 definición 2.

<sup>13</sup> "Full Information Maximun Likelihood"

<sup>14</sup> Como lo señalan Amisano y Giannini (1997) "Choosing the recursion starting values with great care, we can assume a consistent estimate ( $\hat{\gamma}$ ) of the "true" value ( $\gamma_0$ ) can be obtained".

seleccionados, dentro de un proceso de múltiples ensayos, como aquellos que permiten estimar una matriz  $C_0$ , de la cual puede derivarse un conjunto de funciones de impulso – respuesta consistentes con la teoría. Otros métodos de estimación<sup>15</sup>, como GMM, pueden ser utilizados (Véase, Engle y Mcfadden 1999 y Fleischman 1999).

## 5. Resultados

Los resultados presentados en esta sección se obtienen a partir del sistema de información del SVAR correspondiente a la representación (10B), la cual fue seleccionada como la más adecuada con base en los resultados del análisis de impulso-respuesta y en la evolución histórica de los desequilibrios reales estimados. Dicho sistema está constituido por el logaritmo de los precios y del producto, la capacidad utilizada de la industria y la tasa de desempleo correspondientes al período comprendido entre el primer trimestre de 1981 y el tercer trimestre de 2000. Una primera etapa del análisis se concentra en determinar el orden de integración de las variables que constituyen el sistema. En el caso en el que las series sean integradas de orden uno,  $I(1)$ , es necesario realizar pruebas sobre existencia de relaciones cointegrantes entre ellas con el fin de determinar si se usa la metodología VAR estructural o si, por el contrario, se debe llevar a cabo la estimación de un VEC estructural. Una vez se determina la posibilidad de utilizar el esquema VAR estructural, el siguiente paso es examinar la longitud adecuada del rezago del VAR y efectuar las pruebas multivariadas de normalidad y de ruido blanco sobre los residuos<sup>16</sup>.

Como un segundo chequeo del contenido económico del sistema, se presentan los impulsos-respuestas y, a continuación, la metodología utilizada para construir las brechas de producto y desempleo y las medidas de esas variables.

### 5.1 Orden de integración y cointegración

La determinación del orden de integración de las variables examinadas se lleva a cabo mediante las pruebas de raíz unitaria de Dickey-Fuller (1981) y KPSS (1992). Para el caso de la inflación trimestral o primera diferencia del logaritmo de los precios se realiza una prueba adicional sugerida por Osborn et al. (1988), la cual considera el problema de la existencia de una raíz unitaria regular junto con una raíz unitaria estacional.

---

<sup>15</sup> Los cuales no exigen un comportamiento normal multivariado en los reesiduales.

<sup>16</sup> Es de señalar que, la estimación bajo FIML exige un comportamiento normal multivariado de los residuos.

Las estadísticas tipo Dickey-Fuller (DF en adelante), a un nivel de significancia del 5%, ( $\alpha=0.05$ ), permiten concluir que no existe evidencia para rechazar la hipótesis de existencia de raíz unitaria en cada una de las variables consideradas. La prueba KPSS, de otro lado, al mismo nivel de significancia, confirma los resultados encontrados al utilizar la prueba DF, en lo concerniente a los precios, el producto y la tasa de desempleo<sup>17</sup> y un resultado contrario en lo referente a la capacidad utilizada. Sin embargo, al considerar un nivel de significancia del 10%, ( $\alpha=0.10$ ), la prueba KPSS confirma, sobre dicha serie, el resultado obtenido mediante DF. Es decir, no existe evidencia para rechazar la existencia de raíz unitaria en las series en niveles.

Las dos pruebas coinciden en sugerir un comportamiento estacionario en la primera diferencia del producto, la tasa de desempleo y la capacidad utilizada, como también, en la existencia de una raíz unitaria en la primera diferencia de los precios. Dado que este último resultado es contra intuitivo, se lleva a cabo la prueba de Osborn et al., la cual sugiere la existencia de una raíz unitaria a la frecuencia estacional y rechaza la existencia de raíz unitaria a la frecuencia regular. Así, las series bajo estudio, en sus niveles, se consideran integradas de orden uno,  $I(1)$ .

Dado que las series estudiadas son integradas de orden uno,  $I(1)$ , es necesario llevar a cabo pruebas sobre cointegración con el fin de discernir si se sigue una metodología VAR estructural o si por el contrario, debe estimarse un VEC estructural. Es necesario aclarar que, en este caso, la teoría económica no es clara en sugerir la existencia de una relación de cointegración entre las variables bajo análisis. Sin embargo, la revisión de dicho aspecto se lleva a cabo como un requerimiento de la metodología econométrica.

El análisis de cointegración considera la existencia de uno hasta seis rezagos y los modelos: (i) drift el cual considera una tendencia lineal determinística en los niveles de las variables y (ii) cidrift el cual reconoce la existencia de tendencia lineal en el vector de cointegración. La selección de estos modelos se basa en que en la mayoría de los casos las variables exhiben tendencia lineal en sus niveles y, en consecuencia, se hace necesario dirimir entre los dos modelos citados, es decir, acerca de la selección de determinísticas propuesta por Johansen (1994). En términos generales si existe cointegración y ésta es coherente con la teoría económica, difícilmente interpretable en nuestro sistema de información, la selección de las componentes determinísticas se lleva a cabo a través de pruebas de exclusión (Johansen, 1995). El siguiente paso se centra en la evaluación del comportamiento de los residuales. Estos se definen como adecuados si son ruido blanco y normales multivariados (Lütkepohl, 1993).

---

<sup>17</sup> Sobre esta serie también se lleva a cabo la prueba de Perron. Sin embargo, los resultados no son concluyentes ya que no se alcanza el comportamiento esperado de las determinísticas bajo la hipótesis nula.

Como es de esperarse, la estrategia de análisis de cointegración<sup>18</sup>, mencionada anteriormente, permite concluir que no existe una relación de equilibrio de largo plazo entre: los precios, el producto, la capacidad utilizada y la tasa de desempleo. Por consiguiente, el ejercicio puede llevarse a cabo a través del enfoque VAR estructural.

## 5.2 Estimación del VAR estándar

La determinación de la longitud del VAR estándar, considerando las variables estacionarias, ecuación (8), en el cual se basa la modelación VAR estructural, se lleva a cabo con base en el comportamiento multivariado de los residuales (ruido blanco y normalidad) correspondientes con los modelos que consideran de uno a seis rezagos. De acuerdo con DeSerres y Guay (1995), se selecciona como la longitud adecuada a aquella que exhibiendo un comportamiento óptimo multivariado en los residuales sea la mayor en longitud<sup>19</sup> dentro de las analizadas.

En el Anexo 2 se presentan los resultados de las pruebas sobre normalidad y ruido blanco multivariados. La selección del rezago cuatro como longitud óptima se basa en el punto ya mencionado. Es decir, este rezago se define como el máximo para el cual no se encuentra evidencia para rechazar la hipótesis de residuales que siguen un comportamiento normal y de ruido blanco multivariado a un nivel de significancia  $\alpha = 5\%$ . El Anexo 3 reporta la estimación del VAR estándar, VAR(4). Es de señalar que, dicha modelación incluye también variables “*dummies*” estacionales centradas y variables de intervención. El Anexo 3A presenta las estadísticas univariadas y multivariadas de comportamiento de los residuales. Es importante recordar que el modelo VAR estándar es la base del modelo VAR estructural. Así, un modelo VAR mal especificado, en lo referente a la violación de los supuestos básicos, conduce a resultados incorrectos en el VAR estructural. Dado que la estimación se lleva a cabo a través de FIML, a partir de la ecuación (17), la condición de normalidad es requerida. Es decir, si los residuales no siguiesen una distribución normal multivariada, la estimación no podría efectuarse de tal forma.

---

<sup>18</sup> Los resultados de cointegración se encuentran a disposición del lector.

<sup>19</sup> Como lo señalan DeSerres y Guay (1995), la utilización de una estructura de rezagos excesivamente parsimoniosa en el VAR estándar puede llevar a un sesgo significativo en la estimación de las componentes estructurales.

### 5.3 Análisis de Impulso- Respuesta en el sistema<sup>20</sup>

En el gráfico 1 se presentan las funciones de impulso-respuesta de las variables endógenas a los “shocks” estructurales. El examen se realiza sobre los niveles de las variables y muestra como responde la variable respectiva ante un “shock” estructural.

En la mayoría de los casos los impulsos-respuestas responden como la teoría lo sugiere. Las únicas excepciones son el aumento inicial del desempleo y la reducción del producto como consecuencia de un “shock” positivo IS. En todo caso, en el largo plazo no existe un efecto perdurable de tal “shock” sobre dichas variables. El resultado de corto plazo trae consigo algunas sorpresas frente al comportamiento de la relación inflación y producto.

Los “shocks” de oferta (tecnológico y desempleo) generan co-movimientos negativos del producto y la inflación. En el caso del desempleo y la inflación los “shocks” de oferta, asociados al “shock” tecnológico, muestran una reducción de la inflación que revierte al tiempo que se disminuye el desempleo. Ante el “shock” de desempleo, el incremento en precios va acompañado de un aumento en el desempleo. En el largo plazo la inflación disminuye y el desempleo aumenta. Los “shocks” de demanda IS y LM, por su parte, generan co-movimientos negativos entre la inflación y el producto, resultado no esperado.

De acuerdo con la teoría, el efecto de un “shock” tecnológico sobre el desempleo es ambiguo. Se presenta un aumento positivo de la productividad del trabajo que incrementa la demanda por éste y reduce el desempleo y, al tiempo, el incremento de la productividad conlleva un menor requerimiento de trabajadores para llegar a un mismo producto. En nuestro caso, el “shock” tecnológico reduce el desempleo en el corto plazo aunque en el largo plazo éste se mueve alrededor del cero de referencia.

Un punto interesante es el efecto negativo de un “shock” positivo de desempleo sobre la utilización de la capacidad instalada. Este comportamiento refleja que los factores no son sustitutos perfectos. Muy importante es el incremento sostenido de la inflación en el largo plazo como consecuencia de un “shock” monetario LM.

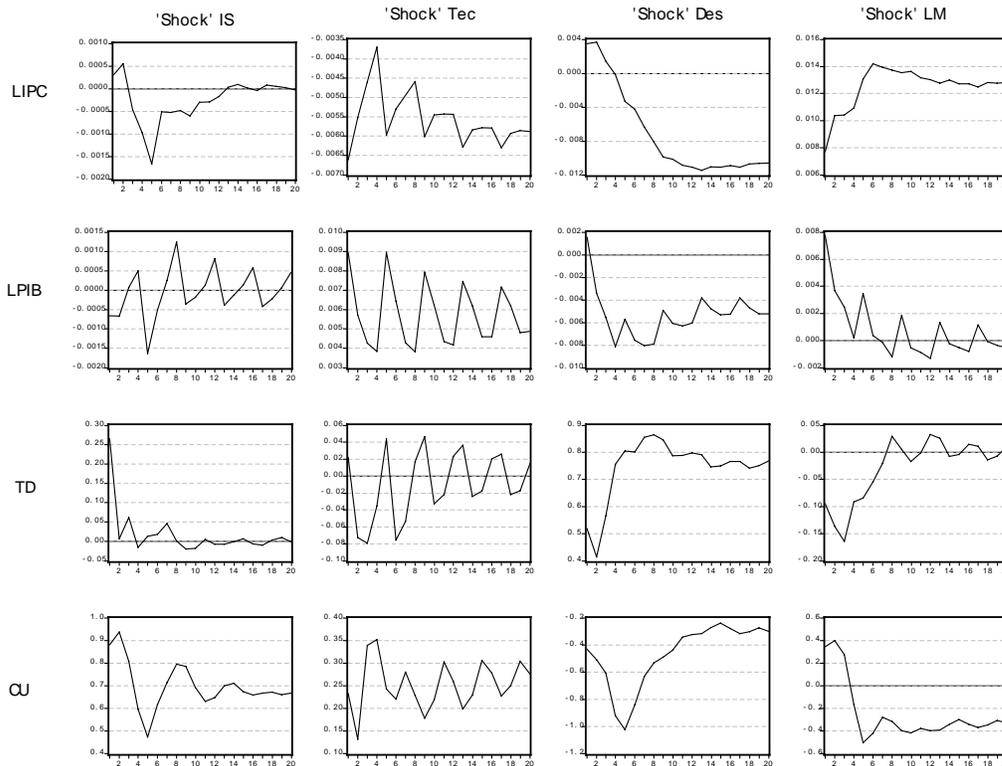
Como se observa en el gráfico 1, parece existir un patrón estacional en los resultados asociados al producto o al “shock” tecnológico. Dichos resultados son molestos en el sentido de no ser esperados teóricamente. Sin embargo, la explicación puede estar asociada a la conformación de la serie trimestral del producto, basada en dos metodologías diferentes, (DNP – DANE)<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Sistema correspondiente a la matriz multiplicadora de largo plazo presentada en (10B).

<sup>21</sup> Este problema podría superarse en el momento que se cuente con una única serie, construida con una misma metodología.

**Gráfico 1**  
**Análisis de Impulso Respuesta en el VAR Estructural**



#### 5.4 Construcción de los GAPS

De acuerdo al conjunto de restricciones teóricas impuestas sobre el sistema de información, ecuación (10B), el GAP del producto puede ser estimado a partir de la integración de la serie resultante de la suma de los “shocks” transitorios, en particular, de los “shocks” IS y LM. Esta selección está basada en consideraciones teóricas. En este caso la brecha se construye con “shocks” que de acuerdo a la teoría no tienen efectos de largo plazo sobre la producción. En consecuencia se tiene:

$$\Delta LPIB_t^{GAP} = \sum_j C_{21}(j) \varepsilon_{t-j}^{IS} + \sum_j C_{24}(j) \varepsilon_{t-j}^{LM} \quad (25)$$

$$LPIB_t^{GAP} = \text{Integra do}(\Delta LPIB_t^{GAP}) \quad (26)$$

En este contexto, se define integrado como el proceso a partir del cual se recupera la serie en niveles después de haber llevado a cabo el proceso de

diferenciación<sup>22</sup>. Dado que, el producto potencial se determina como el observado menos su GAP, es decir:

$$LPIB_t^{POT} = LPIB_t - LPIB_t^{GAP} \quad (27)$$

El GAP de desempleo, por su parte, se obtiene a partir de la integración del GAP del cambio de la tasa de desempleo, donde, este último se construye como la suma de los “shocks” transitorios IS, Tec y LM, presentada en:

$$\Delta TD_t^{GAP} = \sum_j C_{31}(j) \varepsilon_{t-j}^{IS} + \sum_j C_{32}(j) \varepsilon_{t-j}^{Tec} + \sum_j C_{34}(j) \varepsilon_{t-j}^{LM} \quad (28)$$

$$TD_t^{GAP} = \text{Integra do}(\Delta TD_t^{GAP}) \quad (29)$$

la tasa de desempleo de largo plazo se determina como la tasa de desempleo observada menos su correspondiente GAP.

## 6. Los desequilibrios reales

En esta sección se hace un análisis de los desequilibrios reales en la economía colombiana. Para tal fin, se presentan las brechas de producto y de desempleo, estimadas mediante la metodología SVAR. Igualmente, el producto permanente y la tasa permanente de desempleo<sup>23</sup>.

### 6.1 Brecha del Producto

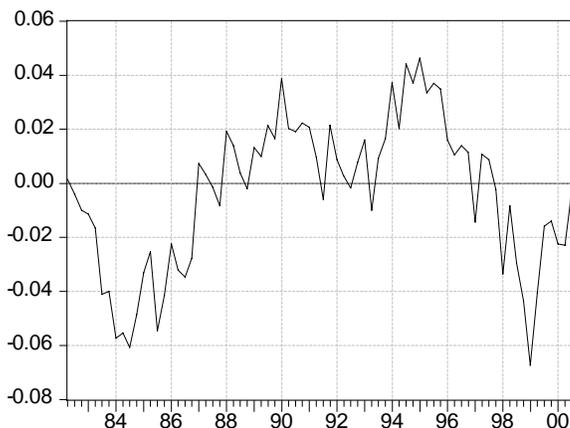
El gráfico 2 presenta la estimación de la brecha del producto. Este resultado muestra algunos hechos intuitivos que vale la pena señalar. Como se observa, inicialmente se obtiene una brecha negativa que se inicia a la altura de 1982 y alcanza su sima en el segundo trimestre de 1984. Posteriormente la brecha se cierra hacia 1987, año en que comienza una brecha positiva de producto que se extiende hasta 1991, momento en que la brecha positiva se cierra. En otras palabras, el ciclo completo entendido como una brecha negativa seguida de una positiva tiene una duración de nueve años en total. En 1992 se inicia una nueva fase de brecha positiva que va a durar cuatro años. En un primer momento no es muy clara esta situación que se consolida en 1993. En 1997 la economía colombiana pasa a una nueva fase de brecha negativa, la cual comienza a cerrarse desde 1999.

<sup>22</sup> Es de anotar que la integración de la serie parte de un valor inicial igual al promedio de la serie  $\Delta LPIB_t^{GAP}$ , la cual por construcción es estacionaria.

<sup>23</sup> En teoría, del sistema seleccionado podría ser posible la extracción de una brecha de capacidad utilizada consistente con la información considerada. Sin embargo, los resultados no son satisfactorios y por ende no se reportan.

Esta última fase de brecha negativa es mayor en magnitud que la anterior (1982-1987). Se observa, así mismo, que la brecha negativa comienza a cerrarse a finales del año 2000, período para el cual llevamos a cabo el ejercicio.

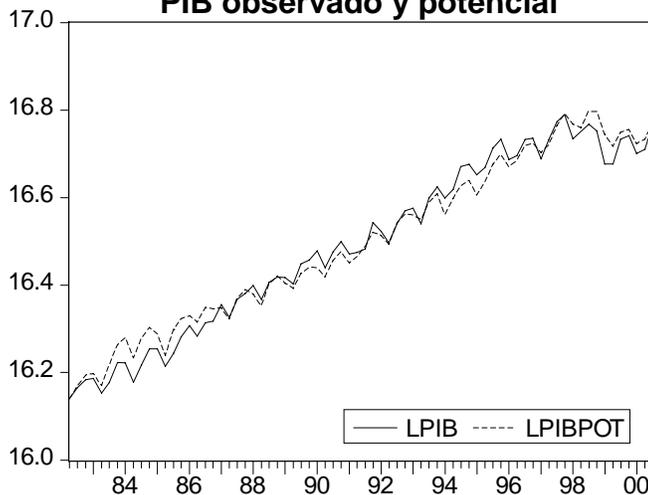
**Gráfico 2**  
**GAP del Producto**



Fuente: Cálculos de los autores

El gráfico 3 presenta la descomposición entre el producto potencial y el producto corriente que surge del ejercicio. Como rasgo destacado, se observa, una caída en el producto potencial en el período reciente, hecho que está sin duda relacionado con el desempleo, la destrucción de capital y la reducción de la inversión y, por ende, del crecimiento de la capacidad instalada, como consecuencia de la recesión. Este resultado refleja un desplazamiento hacia adentro de la frontera de posibilidades de producción de la economía colombiana, lo cual lleva a que se alcance más rápidamente el potencial de producción, como se observa en el gráfico 2.

**Gráfico 3**  
**PIB observado y potencial**



Fuente: Cálculos de los autores

Un pronóstico de la evolución del GAP, gráfico 4, muestra que de consolidarse la tendencia que se observa, la brecha debe cerrarse entre finales del año 2001 y comienzos del año 2002, como registra la línea punteada del gráfico que recoge el pronóstico que se deriva del SVAR.

**Gráfico 4**  
**Pronóstico del GAP del producto**



Fuente: Cálculos de los autores

## 6.2 Brecha del Desempleo

Al contrario de lo esperado la brecha del desempleo no es una especie de imagen en el espejo de la brecha del producto. Existen algunas diferencias en la conformación de las fases y se puede notar la persistencia que existe en la brecha de desempleo comparada con la del producto. Esto refleja el efecto que sobre el desempleo tienen los “shocks”s IS, LM y, especialmente, los tecnológicos.

La fase de brecha positiva de la década de los ochenta, en la que el desempleo corriente se encuentra por encima del potencial, se extiende desde 1982 hasta 1990, alrededor de ocho años, mientras que la brecha de producto que coincide parcialmente con ella había tenido una duración de seis años. Posteriormente, se da una nueva brecha positiva de desempleo que va a perdurar hasta 1994, sin pasar por la brecha negativa. Esta fase coincide con una transición en que el mercado de bienes parece estar cerca al equilibrio y en la cual no se consolida la brecha positiva hasta 1993. El comienzo de la fase negativa, en el año 1994, muestra un rezago cercano a un año con relación al observado para el producto. A la altura de 1997, se registra la transición hacia la fase de brecha positiva en que hoy nos encontramos. El cierre de la brecha es más lenta que el producto, como se puede ver al final de la muestra.

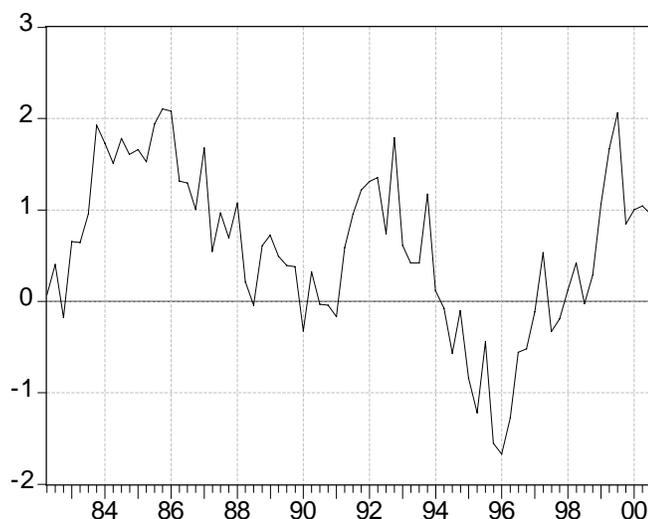
Si bien hacia mediados del año anterior la brecha, en este caso positiva, del desempleo comenzaba a cerrarse, el gráfico 6 muestra como todavía existe una

distancia considerable entre la tasa corriente y el componente de tendencia de la tasa de desempleo. Este resultado confirma que los “GAPS” de desempleo son más persistentes que los de producto y por esa razón duran más tiempo. En una coyuntura como la actual en la cual la reducción de la tasa de desempleo es percibida como una necesidad urgente, nuestro resultado demuestra que cualquier afirmación con relación a ese descenso debe tomarse con cautela. Solo en la medida en que se reduzca la brecha de producto se generará una reacción en la respectiva brecha del desempleo.

Desde 1994 se observa, adicionalmente, un incremento sostenido del componente de tendencia de la tasa de desempleo<sup>24</sup>. Este resultado sugiere que los “shocks” de demanda, que permiten la consolidación de la brecha positiva de producto, tienen un efecto rezagado sobre el componente de tendencia de la tasa de desempleo. En otras palabras, este comportamiento podría reflejar efectos de persistencia cada vez mayores que llevan a que los cambios en la tasa de desempleo lleven a cambios en la tendencia .

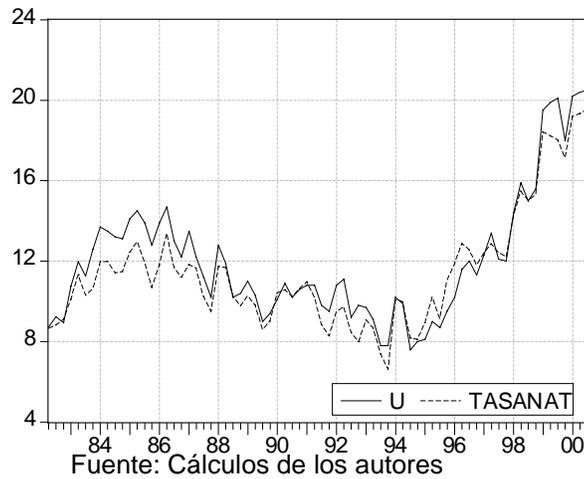
Preferimos, a propósito de la tendencia de la tasa de desempleo, referirnos a ese concepto y no al de tasa natural o al de NAIRU precisamente porque estamos teniendo en cuenta en su estimación factores que generan inercia nominal como los “shocks” IS y LM. Aunque somos conscientes de que la reducción de la tasa de desempleo por debajo de la tasa de tendencia en algún punto generará presiones inflacionarias, las características mismas de la serie desempleo llevan a que la tasa de tendencia se reduzca a medida que se reduce el desempleo.

**Gráfico 5**  
**GAP de la tasa de desempleo**



<sup>24</sup> Un resultado similar encuentran Arango y Posada (2001). Estos autores sugieren, que ese componente de tendencia debe ser ajustado por el salario real, dado el papel que en la persistencia del desempleo tiene esta variable, la cual no se ha ajustado para estabilizar el mercado laboral.

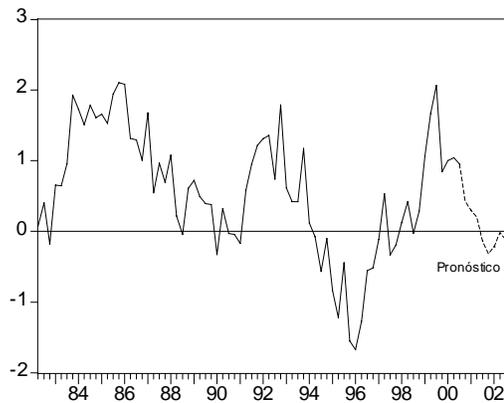
**Gráfico 6**  
**Tasa de desempleo y Componente de Tendencia de la Tasa de desempleo**



Los pronósticos de la brecha de desempleo que se presentan en el gráfico 7 muestran como ésta se cierra un poco más lentamente que la del producto. De acuerdo al pronóstico, hacia 2002 la tasa desempleo alcanza a la tasa permanente. En esta transición coinciden las dos medidas, así como en la actual reducción de la brecha negativa.

**Gráfico 7**

**Pronósticos de la brecha de desempleo**



### 6. 3 Análisis de correlación cruzada

El análisis anterior permite presentar las diferencias en el tamaño y la dinámica de las brechas reales. Estas diferencias reposan, para el caso de las

brechas de desempleo y de producto, en que estas variables responden de manera diferente a los shocks comunes dentro del mismo sistema.

Sin embargo, si las brechas reflejan la realidad deben tener relación entre ellas. El análisis de correlación cruzada que se hace a continuación permite hacer el punto de manera formal. El análisis se lleva a cabo entre los desequilibrios reales, estimados a partir del modelo VAR estructural, pre-blanqueados siguiendo la metodología propuesta por Box-Jenkins (Véase, Wei 1990).

Como es de esperarse (cuadro 3), el GAP del producto, en general, presenta correlación negativa con el GAP de desempleo. Encontrándose, que el GAP del producto tiende a ser una variable líder del GAP del desempleo, con un rezago de un período de diferencia.

CUADRO 3  
CORRELACIÓN ENTRE DESEQUILIBRIOS REALES

(1)	(2)	Correlación entre (1) en (t) y (2) en (t-j)								
		J=-4	J=-3	J=-2	J=-1	J=0	J=1	J=2	J=3	J=4
GAP PIB <sup>p</sup>	GAP TD <sup>p</sup>	-0.0513	-0.0024	-0.1862	<b>-0.3435*</b>	-0.0707	0.1530	-0.0727	-0.0373	-0.0097

\* Significativo al 5.0%

<sup>p</sup> Pre-blanqueadas

## 7. Conclusiones

Este documento busca contribuir a la discusión acerca de la construcción de las brechas reales, así como a su análisis. Al respecto se presentan dos brechas reales y, por ende, las descomposiciones en componente permanente y transitorio del producto y del desempleo.

Los dos GAPS provienen de un mismo VAR estructural (SVAR) que incluye como variables el producto, el índice de precios al consumidor, la tasa de desempleo y la utilización de capacidad instalada. Para la construcción de los GAPS a partir del SVAR se identifican los “shocks” fundamentales de oferta y demanda.

Los resultados obtenidos permiten hacer algunas inferencias sobre la estructura de la economía colombiana así como de su situación actual. En el SVAR, por ejemplo, se observa que la inflación es causada por “shocks” nominales. Los “shocks” de oferta y de demanda generan, a su vez, correlaciones entre variables reales y nominales. De otro lado, el GAP de producto es más pequeño y volátil que el de desempleo. Este último es más grande y persistente.

Las dos brechas, producto y desempleo, se cierran , o en otras palabras los componentes transitorios se acercan a los permanentes, de acuerdo a los pronósticos que se realizaron en el trabajo. Estos muestran que si bien el potencial del producto total se alcanza hacia finales del 2001, no sucede lo mismo con el desempleo que se cierra más lentamente.

Esos resultados pueden interpretarse como la recuperación de la economía colombiana por lo menos como lo reflejan los datos disponibles al realizarse el trabajo. Esa recuperación no incorpora inmediatamente a los efectivos laborales presentes en el mercado ni significa un ajuste inmediato del acervo de capital como se constata por la desaceleración del crecimiento potencial. En la industria puede existir todavía un exceso de capacidad instalada, y este sector, a diferencia de otros, podría utilizar más intensivamente los factores de producción antes de contratar trabajadores o de invertir.

Las empresas pueden sobre todo beneficiarse de la recuperación para mejorar sus precios y reconstituir sus márgenes de ganancia hasta ahora contenidos o deprimidos por la recesión. Al fin de cuentas el desarrollo de tensiones salariales, a medida que la situación del mercado de trabajo se mejora, genera una aceleración de la inflación.

El caso del potencial del desempleo es más complejo y demuestra los cambios estructurales que pueden haberse presentado en el mercado laboral. El ejercicio presenta un incremento de la tasa de tendencia del desempleo desde 1994 que puede estar asociado con los cambios en las características de la serie original. Sin duda, este punto requiere una investigación más a fondo.

## Bibliografía

Adams, C y Coe D. (1990) “ A Systems Approach to Estimating the Natural Rate of Unemployment and Potential Output for the United States” IMF Staff Papers, Vol 37, pp. 232-93.

Apel M. y Jansson P. (1997) “System Estimates of Potential Output and the NAIRU” Sveriges Riskbank Working Papers No.41

Amisano, G. y C. Giannini (1997) Topics in Structural VAR Econometrics, Springer, Second Edition.

Arango L. y Posada C.E. (2001) “El Desempleo en Colombia” Borradores de Economía No.176, Banco de la República.

Asdley y Yates (1999) “Inflation and Real Disequilibria”, Working Paper No.103, Bank of England.

Baude Jean y G. Cette (1997) “ An Empirical Assesment of the Link Between the Output GAP and Inflation and the French Economy” en *Monetary Policy and the Inflation Process*, BIS Conference Papers Vol.4.

Baude Jean (1997) “Inflation et Cicle d'activité en France”, Bulletin de la Banque de France No. 48 Diciembre.

Belton W. y R. Cebula (2000) “Capacity Utilization rates and Unemployment Rates: Are They Complements or Substitutes in Warning About Future Inflation” , Applied Economics, 32, 1521-1532.

Bernanke B. (1986) “Alternative Explanation of the Money-Income Correlations” Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 25, autumn, 49-99.

Blanchard, O. J. and D. Quah (1989) “The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances”, The American Economic Review, No. 79, September.

Calvo G. (1983) “Staggered Contracts in a Utility Maximising Framework”, Journal of Monetary Economics, 12 (Septiembre), 383-398.

Cooley, T. y S. Leroy (1985) “Atheoretical Macroeconometrics: A Critique” Journal of Monetary Economics, vol.16, june, 283-308.

DeSerres, A. y A. Guay (1995) “Selection of the Truncation Lag in Structural VARs (or VECMs) with Long-Run Restrictions”, Working Paper 95-9, Bank of Canada.

Dickey, D.A. y W.A. Fuller. (1981), "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, No. 49.

Doornik, J. y H. Hansen (1994) "An Omnibus Test for Univariate and Multivariate Normality", Nuffield College, Oxford and University of Copenhagen, Denmark.

Driver R.L., Fisher P.G., Mahadeva L. y Whitley J.D. (1999) "Inflation and the Output GAP" Mimeo Bank of England.

Engle, R. y D. Mcfadden (1999) *Handbook of Econometrics Vol. 4*, Elsevier

Fisher P.G., L. Mahadeva y J.D. Whitley (1997) "The Output GAP and Inflation-experience at the Bank of England" en *Monetary Policy and the Inflation Process*, BIS Conference Papers Vol.4.

Fleischman, C. (1999) "The Causes of Business Cycles and the Cyclicity of Real Wages", Board of Governors of the Federal Reserve System.

Hamilton, J. (1994) *Time Series Analysis*, Princeton University Press.

Johansen, S. (1994) "The Role of the Constant and Linear Terms in Cointegration Analysis of Nonstationary Variables"; *Econometric Reviews*, No. 13.

-----, (1995) *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, Advanced Text in Econometrics, Oxford University Press.

Julio J. y J. Gómez (1998) "Output Gap Estimation, Estimation Uncertainty and its Effects on Policy Rules" *Ensayos sobre Política Económica* No.34.

Koenig E. (1996) "Capacity Utilization as a Real-Time Predictor of Manufacturing Output" *Federal Reserve Bank of Dallas Economic Review*, 3er Trimestre, pp.16-23.

Kwiatkowski, D., Phillips P.C.B., Schmidt P. y Sin Y, (1992), "Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of a Unit Root : How Sure are we that the Economic Time Series have a Unit Root ?", *Journal of Econometrics* No. 54.

Lalonde R. (1999) "The U.S. Capacity Utilization Rate: A New Estimation Approach" *Bank Of Canada Working Paper* 99-14.

López E. y M. Misas (1998) "Un Examen Empírico de la Curva de Phillips en Colombia" *Ensayos sobre Política Económica* No.34.

Lutkepohl, H. (1993) *Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer-Verlag, Second Edition.

Magnus, J and H. Neudecker (1999) *Matrix Differential Calculus with Applications in Statistics and Econometrics*, Wiley Series in Probability and Statistics.

Melo, L. F. y A. Riascos (1997) "El Producto Potencial utilizando el filtro de Hodrick-Prescott con parámetro de suavización variable y ajustado por inflación: una aplicación para Colombia" *Borradores Semanales de Economía*, No. 083, Banco de la República.

Melo, L. F. y F. Hamann (1998) "Inflación básica: una estimación basada en modelos VAR estructurales" *Borradores Semanales de Economía*, No. 086, Banco de la República.

Misas M. y E. López (2000) "La utilización de la capacidad instalada de la industria en Colombia: un nuevo enfoque" *Borradores Semanales de Economía*, No. 153, Banco de la República.

Misas M. y E. López (1998) "El Producto Potencial en Colombia: una estimación bajo VAR estructural" *Borradores Semanales de Economía* No. 94, Banco de la República.

Misas M. y C. Posada (2000) "Crecimiento y ciclos económicos en Colombia en el siglo XX: el aporte de un VAR estructural" *Borradores de Economía* No.176, Banco de la República.

Mishkin F. (2000) "Inflation Targeting for Emerging Market Economies" *American Economic Review Papers and Proceedings*, May, pp.105-109.

Okun A. (1962) "Potential GNP: Its Measurement and Significance" *Proceedings of Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association, Washington, D.C.*, pp.145-58. Reproducido en Okun A. (1983) *Economics for Policy Making*, MIT Press.

Osborn, D., A.P.L. Chui, J. Smith y C. R. Birchenhall (1988) "Seasonality and the Order of Integration for Consumption", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 50.

Arango L. y Posada C. (2001) "El Desempleo en Colombia" *Borradores de Economía del Banco de la República* No. 176.

Prieto W. y N. Rodríguez (1997) "Una Aproximación al PIB Potencial en Colombia: El Enfoque de una Función de Producción" *Mimeo SGEE Banco de la República*.

Sims C. (1980) "Macroeconomics and Reality" *Econometrica*, Vol 48, January, pp. 1-47.

Spanos, A. (1995) *Statistical foundations of econometric modelling*, Cambridge University Press.

St-Amant y S. Van Norden (1997) "Measurement of the Output GAP: a discussion of Recent Research at the Bank of Canada" en *Monetary Policy and the Inflation Process*, BIS Conference Papers Vol.4.

Sterne Gabriel (2000) "Inflation Targets in a Global Context" Mimeo IV Annual Conference of the Central Bank of Chile.

Watanabe T. (1997) "Output GAP and Inflation: the case of Japan" en *Monetary Policy and the Inflation Process*, BIS Conference Papers Vol.4.

Wei, W. (1990) *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, Adisson-Wesley.

Woodford M. (1999) "Revolution and Evolution in Twentieth-Century Macroeconomics" Mimeo, Princeton University.

**ANEXO 1**  
**PRUEBAS SOBRE EXISTENCIA DE RAÍZ UNITARIA**

Variables	Dickey-Fuller*	KPSS**	Osborn et al.***			
<b>Variables en niveles</b>						
LIPC	$\tau_{\mu} = -1.489$ VC: 5% -2.900 10% -2.587	Lags: 4 LB*: 0.303	$\eta_{\mu} = 2.102$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			
LPIB	$\tau_{\mu} = -1.226$ VC: 5% -2.901 10% -2.587	Lags: 6 LB*: 0.846	$\eta_{\mu} = 2.078$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			
CU	$\tau_{\mu} = -2.407$ VC: 5% -2.900 10% -2.587	Lags: 4 LB*: 0.704	$\eta_{\mu} = 0.425$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			
U	$\tau_{\mu} = -0.798$ VC: 5% -2.900 10% -2.587	Lags: 4 LB*: 0.775	$\eta_{\mu} = 0.562$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			
<b>Variables en primera diferencia</b>						
$\Delta$ LIPC	$\tau = -1.001$ VC: 5% -1.944 10% -1.618	Lags: 3 LB*: 0.262	$\eta_{\mu} = 0.7300$ VC: 5% 0.463 10% 0.347	$OCSB(\beta_1) :$ -2.09 VC: 5% -1.94 10% -1.59	$OCSB(\beta_2) :$ -1.26 VC: 5% -1.93 10% -1.65	HF: 3.58 VC: 5% 3.24 10% 2.55
$\Delta$ LPIB	$\tau_{\mu} = -3.394$ VC: 5% -2.901 10% -2.587	Lags: 5 LB*: 0.864	$\eta_{\mu} = 0.1647$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			
$\Delta$ CU	$\tau = -4.261$ VC: 5% -1.944 10% -1.618	Lags: 5 LB*: 0.754	$\eta_{\mu} = 0.0724$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			
$\Delta$ U	$\tau = -2.717$ VC: 5% -1.944 10% -1.618	Lags: 3 LB*: 0.801	$\eta_{\mu} = 0.3155$ VC: 5% 0.463 10% 0.347			

\* La estimación del estadístico Ljung-Box (LB) se basa en el rezago de orden T/4, se reporta su correspondiente p-value.

\*\* En la estimación de la ventana de Bartlett se utiliza L4.

\*\*\* Los valores críticos reportados para la prueba de Osborn et al. son presentados por Osborn et al. (1988)

**ANEXO 2**  
**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MULTIVARIADAS SOBRE:**  
**RUIDO BLANCO Y NORMALIDAD**

Rezagos	Ruido Blanco	Normalidad
	Pormanteau*	
	$P_h$	Prueba de
	$\chi^2(k^2(h-p))$	Doornik – Hansen*
		$E_p$
1	6.70E-7	0.8047
2	0.0148	0.7743
3	0.1650	0.4440
4	0.0783	0.6662
5	0.0446	0.6737
6	0.0008	0.2402

\*P-values

**ANEXO 3  
ESTIMACIÓN VAR**

	$\Delta LIPC_t$ (1)	$\Delta LPIB_t$ (2)	$\Delta CU_t$ (3)	$\Delta U_t$ (4)
$\Delta LIPC_{t-1}$	0.114319 (0.946)	-0.160210 (-1.195)	1.995883 (0.301)	8.570484 (0.717)
$\Delta LPIB_{t-1}$	0.194133 <b>(1.661)</b>	-0.500366 <b>(-3.857)</b>	-3.363976 (-0.525)	-7.063437 (-0.610)
$\Delta CU_{t-1}$	0.000538 (0.386)	0.001424 (0.922)	-0.187258 <b>(-2.455)</b>	0.088836 (0.645)
$\Delta U_{t-1}$	-0.000524 (-0.227)	-0.005833 <b>(-2.284)</b>	-0.359602 <b>(-2.852)</b>	-0.110399 (-0.484)
$\Delta LIPC_{t-2}$	-0.074418 (-0.611)	-0.090419 (-0.669)	2.386617 (0.357)	-25.46292 <b>(-2.113)</b>
$\Delta LPIB_{t-2}$	0.121536 (1.067)	-0.442707 <b>(-3.503)</b>	-4.832294 (-0.774)	4.052750 (0.359)
$\Delta CU_{t-2}$	-0.000424 (-0.324)	0.000909 (0.626)	-0.067364 (-0.940)	-0.111747 (-0.863)
$\Delta U_{t-2}$	-0.002750 (-1.161)	-0.007066 <b>(-2.688)</b>	0.101935 (0.785)	-0.204550 (-0.872)
$\Delta LIPC_{t-3}$	0.020061 (0.162)	-0.219828 <b>(-1.608)</b>	0.984651 (0.145)	-28.14418 <b>(-2.309)</b>
$\Delta LPIB_{t-3}$	0.160057 (1.404)	-0.534109 <b>(-4.221)</b>	9.834715 (1.574)	-18.01659 (-1.597)
$\Delta CU_{t-3}$	-0.000548 (-0.418)	0.001063 (0.732)	-0.122926 <b>(-1.715)</b>	-0.128462 (-0.992)
$\Delta U_{t-3}$	-0.002005 (-0.803)	-0.007350 <b>(-2.651)</b>	0.254537 <b>(1.859)</b>	-0.421205 <b>(-1.704)</b>
$\Delta LIPC_{t-4}$	0.322954 <b>(2.500)</b>	-0.108951 (-0.759)	-8.457862 (-1.194)	-16.95806 (-1.326)
$\Delta LPIB_{t-4}$	0.059740 (0.517)	0.263521 <b>(2.057)</b>	9.544476 (1.509)	-23.60326 <b>(-2.067)</b>
$\Delta CU_{t-4}$	-2.81E-05 (-0.019)	-0.002409 (-1.545)	-0.016206 (-0.210)	-0.160518 (-1.154)
$\Delta U_{t-4}$	-0.004669 <b>(-1.837)</b>	-0.003716 (-1.317)	0.193062 (1.386)	-0.383731 (-1.525)
C	0.028316 <b>(2.663)</b>	0.051293 <b>(4.347)</b>	0.055029 (0.094)	3.696496 <b>(3.514)</b>
DQ1	0.025807 <b>(1.872)</b>	-0.037083 <b>(-2.423)</b>	3.377905 <b>(4.471)</b>	-7.851342 <b>(-5.755)</b>
DQ2	0.007993 (0.507)	-0.025470 (-1.456)	1.692432 <b>(1.960)</b>	-4.863415 <b>(-3.119)</b>
DQ3	-0.005250 (-0.383)	-0.004322 (-0.284)	-0.257257 (-0.342)	-2.960067 <b>(-2.183)</b>
DI1	0.014052 (0.900)	0.035885 <b>(2.072)</b>	-0.978380 (-1.144)	4.151676 <b>(2.689)</b>
DI2	-0.001605 (-0.104)	-0.035556 <b>(-2.078)</b>	2.249481 <b>(2.662)</b>	-3.142142 <b>(-2.060)</b>
DI3	-0.002593 (-0.395)	-0.021217 <b>(-2.916)</b>	0.250350 (0.697)	-1.351126 <b>(-2.083)</b>
DI4	-0.063714 <b>(-3.925)</b>	0.015225 (0.844)	1.472605 <b>(1.655)</b>	1.157190 (0.720)
DI5	-0.011384 (-0.746)	0.050898 <b>(3.008)</b>	-0.235557 (-0.281)	0.812620 (0.538)
DI6	-0.010698 (-1.146)	-0.009725 (-0.938)	1.706107 <b>(3.336)</b>	-0.190827 (-0.206)

### ANEXO 3A

Estadísticas por regresión				
	(1)	(2)	(3)	(4)
$R^2$	0.8113	0.8592	0.7396	0.808
SRC	0.0085	0.0105	25.771	84.020
Akaike	-5.5218	-5.313	2.485	3.66
Estadísticas univariadas: P-values				
Normalidad Jarque-Bera	0.7109	0.7221	0.9906	0.4073
Ljung-Box LAG=20	0.9580	0.5990	0.7820	0.4290
Estadísticas multivariadas: P-values				
Normal multivariada (Doornik – Hansen)	$E_p$ : 0.6662			
Autocorrelación multivariada Pormanteau	$P_{h=20}$ : 0.0783			