

# EFFECTOS DE LA TASA DE CAMBIO REAL SOBRE LA INVERSIÓN INDUSTRIAL EN UN MODELO DE TRANSFERENCIA DE PRECIOS (*PASS THROUGH*)

FERNANDO MESA PARRA<sup>1</sup>, LEYLA MARCELA SALGUERO  
Y FABIO SANCHEZ TORRES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN

## RESUMEN

*Se mide el efecto que tienen los cambios de la tasa de cambio real en la inversión industrial colombiana. Para este propósito se parte de la existencia de la relación entre la inversión y el valor presente de las ganancias marginales. Similar al trabajo de Goldberg y Campa (1997), se indica que la importancia de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión depende de las estructuras de mercado. Así, mientras más competitivos y más expuestas estén las actividades económicas a la competencia externa, mayor es el efecto de la tasa de cambio sobre las decisiones de inversión. La evidencia empírica para Colombia señala que existe un importante efecto de la tasa de cambio, vía las exportaciones, el precio relativo de los bienes de capital y el costo de las materias primas. Los factores que más pesan, sin embargo, sobre las decisiones de inversión son la demanda interna y las restricciones financieras.*

Palabras claves: Tasa de cambio y macroeconomía abierta.

Clasificación (JEL): F31, F41.

## I. INTRODUCCION

La tasa de cambio real ha sido un elemento esencial dentro del actual diseño de la política macroeconómica y se le ha señalado la posibilidad de generar efectos adversos sobre la inversión. La devaluación afecta la inversión a través de dos canales diferentes: primero, por el

---

1 Se agradecen los comentarios recibidos de Luis Jorge Garay, Ricardo Rocha, Francisco González, Carlos Esteban Posada y Andrés Langebaek. Este trabajo se enriqueció notablemente con las discusiones que se tuvieron con Javier Birchenall.

componente importado tanto de los insumos de producción como de los bienes de capital, que conllevan aumentos de los costos de producción y del valor mismo de la inversión; segundo, por el efecto en el ingreso de las empresas, en proporción a la participación de las exportaciones en las ventas totales, al afectar su precio relativo.

El argumento para estudiar el efecto de la tasa de cambio real sobre la inversión se basa en el siguiente supuesto: en la medida que la tasa de cambio real altere las ganancias esperadas, afecta el capital deseado de las empresas y, por consiguiente, las decisiones de inversión. Evidentemente las implicaciones de los movimientos de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión dependen de cómo esté expuesto el sector productivo nacional al sector externo. Mientras más importante sea la participación de las importaciones en los insumos y en la inversión, mayor es el efecto desfavorable de la devaluación real en la inversión. Por el contrario, mientras mayor es la participación de las exportaciones en las ventas totales, mayor es el estímulo de la devaluación real en la inversión.

El efecto de la tasa de cambio real sobre la inversión también está relacionado con el comportamiento de las ramas industriales, de acuerdo con las diferentes estructuras de mercado. Industrias con baja relación de precios a costos (Mark-up), o menor poder de mercado de las empresas, tienen escasa capacidad para absorber el movimiento de la tasa de cambio y, por lo tanto, esta variable afecta en mayor grado las decisiones de inversión. Por el contrario, cuando el Mark-up de las industrias es alto, sobre todo en los sectores oligopólicos, se dispone de mayor capacidad para absorber los movimientos de la tasa de cambio real y, de este modo, las decisiones de inversión son menos sensibles al movimiento de esta variable.

En los países desarrollados ha habido amplio debate, teórico y empírico, sobre los efectos de transmisión que tiene la variación de la tasa de cambio (más la nominal que la real) en el nivel de precios de la economía, especialmente de los bienes importados y exportados. Dentro de esta literatura se destaca el trabajo pionero de Dornbush (1987), quien utiliza un marco estático para explicar el efecto de la tasa de cambio en los precios, teniendo en cuenta diferentes estructuras de mercado. Hooper y Mann (1989) y Froot y Klemperer (1989), incorporando consideraciones dinámicas, orientan sus investigaciones a establecer cuál es la política de precios y mercadeo de las empresas que exportan, especialmente a los Estados Unidos. Entre los trabajos econométricos dirigidos a cuantificar la respuesta de los precios, debido a los cambios en la tasa de cambio, se encuentran Menon (1996) y Adolfson (1996). Por su parte, Goldberg y Campa (1989 y 1997) analizan el efecto de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión. Entre los estudios sobre los temas anteriormente mencionados para países en desarrollo se encuentran los trabajos de Servén (1990) y los compilados por Chhibber, Dailami y Shafik (1992).

Siguiendo a Goldberg y Campa (1989 y 1997), este trabajo analizará, para el caso colombiano, el efecto de la variación de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión. El

planteamiento analítico se centra en determinar cómo la variación de la tasa de cambio real afecta la maximización de las ganancias esperadas por los inversionistas. Si la inversión es una función creciente del valor presente del flujo neto que esperan obtener los inversionistas, la inversión depende de la tasa de cambio real en la medida que ésta última afecte los flujos netos descontados.

Este documento se compone de cinco secciones: la primera es esta introducción; la segunda describe el efecto de la tasa de cambio real en la inversión, de acuerdo con diferentes estructuras de mercado; la tercera identifica teóricamente los diferentes canales de transmisión de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión; la cuarta presenta los resultados empíricos para trece sectores industriales en Colombia en el período 1970-1994; la última está dedicada a las conclusiones.

## II. ESTRUCTURAS DE MERCADO

El objetivo de los modelos teóricos presentados en esta sección es explicar el efecto de la tasa de cambio en la determinación de la fijación de precios y cantidades de los bienes finales e intermedios, en un marco de mercados no competitivos. Se parte de la existencia de productos diferenciados que compiten en mercados imperfectos, en los que concurren empresas nacionales y extranjeras. Para analizar la respuesta de los precios y las cantidades a las variaciones de la tasa de cambio real, se utiliza el modelo de oligopolio de Cournot y el de competencia monopolística de Dixit-Stiglitz (1977).

Dornbusch (1987) extiende el modelo de oligopolio de Cournot para analizar el efecto de la tasa de cambio en la fijación de precios por las empresas. Se parte de la existencia de bienes homogéneos, producidos por empresas nacionales que venden tanto en el mercado interno como en el externo y que compiten con empresas extranjeras en los mismos mercados. La conducta de cada vendedor supone que el resto defiende sus volúmenes de ventas en cada instante del tiempo.

Con dos grupos de oferentes en el mercado doméstico, los nacionales y los extranjeros, se construyen funciones de reacción, que indican la respuesta del oferente representativo nacional y extranjero ante una devaluación. La función de reacción determina los volúmenes de ventas que maximizan las ganancias, teniendo en cuenta las decisiones tomadas por los otros competidores. La función de reacción evalúa el hecho de que el ingreso marginal de cada firma se reduce cuando el producto de las otras firmas aumenta, puesto que las empresas son rivales entre sí<sup>2</sup>.

---

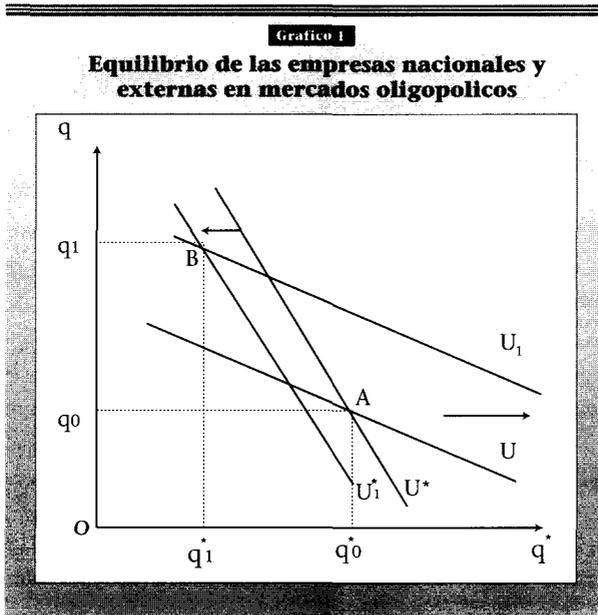
2 Brander (1995).

Una devaluación tendría un efecto positivo en las ganancias de las empresas nacionales porque, por una parte, aumenta sus ingresos marginales a través del mayor precio doméstico de su bien final, no obstante que aumenta menos que proporcional a la devaluación nominal y, por otra parte, por el mayor precio de las exportaciones en moneda doméstica, el cual aumenta en la misma proporción que de la devaluación nominal. Las empresas extranjeras reducirían sus ingresos marginales en el mercado doméstico, por la caída de los precios en moneda extranjera y el aumento de sus costos domésticos<sup>3</sup>. Los efectos de la devaluación sobre los precios y costos en forma diferencial para las empresas nacionales y extranjeras lleva a un aumento de las cantidades vendidas y de las ganancias para las empresas nacionales y, por el contrario, su reducción para las empresas extranjeras.

Las funciones de reacción en el mercado oligopólico de tipo Cournot, para las empresas representativas doméstica y extranjera, se construyen a partir de la maximización de sus funciones de ganancias,  $U$  y  $U^*$ , que se expresan como:

$$U = U(q_d - (n - 1)q - n^*q^*) \tag{1}$$

$$U^* = u(q_d - nq - (n^* - 1)q^*) \tag{2}$$



3 Este resultado necesariamente se presenta solo si el cambio porcentual de los precios domésticos es menor que el de la tasa de cambio.

Donde  $u$  y  $u^*$  son las funciones de ganancias por unidad de producto,  $n$  y  $n^*$  el número de empresas domésticas y extranjeras,  $q$  y  $q^*$  son las ventas para cada tipo de empresa y  $q_d$  la cantidad demandada en el mercado doméstico. Así, la condición de equilibrio del mercado se expresa como  $q_d = n q + n^* q^*$ . De acuerdo con lo expresado antes, la devaluación aumenta  $u$  y reduce  $u^*$ .

Lo anterior se ilustra en el Gráfico 1. La función de reacción de la empresa representativa doméstica es  $U$  y la de la extranjera  $U^*$ . El equilibrio de Cournot, a la tasa de cambio inicial, se encuentra en A. La devaluación desplaza la función de la empresa representativa nacional hacia arriba y a la derecha,  $U_1$ , y la de la empresa representativa extranjera hacia la izquierda y hacia abajo,  $U^*_1$ , para alcanzar el nuevo equilibrio en B. El nuevo equilibrio conduce a mayores ventas de las empresas domésticas,  $q_0$   $q_1$ , y menores de las extranjeras,  $q^*_0$   $q^*_1$ . La devaluación implica, además, para las empresas domésticas, un aumento adicional de sus ventas en el mercado externo<sup>4</sup>. En esencia, cuando se produce una devaluación, las empresas domésticas tienen una función de reacción más agresiva, en contraste con la conducta de las empresas extranjeras, lo que conlleva una redistribución y aumento de las ganancias a favor de las empresas domésticas.

Dornbusch (1987) extiende el modelo de Dixit y Stiglitz (1977), para incorporar el efecto de la variación de la tasa de cambio en mercados con bienes diferenciados, separando el mercado doméstico del externo. El modelo de competencia monopolística de Dixit y Stiglitz supone dos sectores: uno de bienes homogéneos y otro de bienes diferenciados. Los supuestos de este modelo son: un consumidor representativo que demanda cantidades iguales de bienes diferenciados; la no presencia de barreras a la entrada; y la concurrencia de un número grande de productores potenciales en el sector con bienes diferenciados, que lleva como resultado, en el largo plazo, a la no obtención de ganancias. Los precios relativos se determinan en función de sus costos variables y, por la existencia de costos fijos y la restricción presupuestal de los consumidores, se produce un número finito de bienes diferenciados en mercados imperfectos<sup>5</sup>.

Para analizar el efecto de la devaluación en el modelo de Dixit y Stiglitz, Dornbusch (1987) introduce la interacción de las empresas a través de un juego de Bertrand, en que los precios son la variable estratégica, o de fijación por parte de las empresas, y las cantidades se ajustan en el mercado. Así, en un modelo de Bertrand las empresas competidoras conocen simultáneamente sus niveles de precios y cada empresa supone que las demás no los modifican, mientras que las cantidades se ajustan para equilibrar el mercado. Para mercados específicos, en donde existe diferenciación del producto, el modelo de mercado de Bertrand es analíticamente más conveniente<sup>6</sup>.

4 El resultado anterior tiene un indiscutible fundamento empírico y analítico. En los principios de economía se presenta el Lema de Hotelling (o la propiedad de la derivada) que afirma, que el aumento del precio de un producto tiene un efecto directo, el aumento de las ganancias y, otro indirecto, la variación de las cantidades.

5 Dixit y Stiglitz (1977).

6 Un tratamiento similar se encuentra en Brander (1995).

Los precios de las empresas tanto domésticas como extranjeras se determinan de acuerdo con un margen sobre el costo variable medio ( $cv$ ), que está en función de los siguientes factores: 1) su precio respecto al del otro grupo de empresas; 2) respuesta de las empresas a los cambios en el precio promedio de la industria, que se mide por el coeficiente  $\sigma$ , donde  $0 < \sigma < 1$ ; 3) la elasticidad de la función de demanda  $\varepsilon$ . Así, los precios de las empresas doméstica y extranjera pueden expresarse como:

$$p_d = f \left\{ \frac{p_e}{p_d}, \sigma, \varepsilon \right\} \cdot cv \tag{3}$$

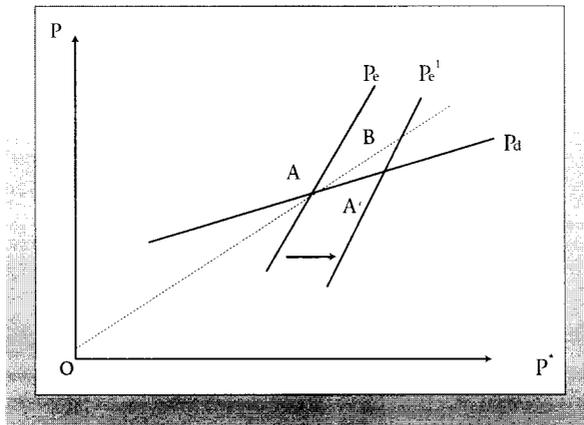
$$p_e = f \left\{ \frac{p_d}{p_e}, \sigma, \varepsilon \right\} (e \cdot cv^*) \tag{4}$$

Donde  $cv$  es el costo variable medio de la empresa representativa doméstica, que incluye elementos importados, y  $e \cdot cv^*$  es el costo variable medio de la empresa representativa extranjera, valorado en moneda nacional a través de la tasa de cambio.

Las funciones de reacción (Gráfico 2) tienen pendiente positiva e indican la respuesta en precios para cada grupo de empresas, domésticas y extranjeras. El comportamiento de las empresas, consistente con su función de reacción, les permite maximizar sus ganancias, bajo el supuesto de que su rival mantendrá el precio constante. Una devaluación aumenta el precio en moneda doméstica de los bienes producidos en el exterior, pues aunque su costo de producción unitario expresado en moneda extranjera permanece constante, éste se incrementa al expresarse en moneda doméstica. Por otra parte, el precio de los bienes producidos por em-

Gráfico 2

**Variante del Modelo Dixit - Stiglitz**



7 Si se presenta un aumento de 1% en el precio promedio de la industria, la empresa lo hace en  $\sigma$ .

presas nacionales aumenta, aunque en menor proporción, tanto por el aumento del precio de sus insumos importados como por la respuesta del precio de las empresas domésticas al aumento del precio de sus competidores extranjeros. Para las empresas exportadoras nacionales, si bien su precio externo permanece igual, la devaluación favorece sus ventas y sus ganancias.

De acuerdo con Dornbusch, los precios relativos en el mercado nacional se modifican por una devaluación, puesto que el costo de producción promedio de las empresas extranjeras expresado en moneda doméstica aumenta por encima del costo de producción promedio de las nacionales, ya que el costo de las últimas varía solo en proporción del componente importado de sus insumos.

El gráfico 2 presenta la versión de Dornbusch del modelo de Dixit y Stiglitz.  $p_d$  es la función de reacción de las empresas domésticas y  $p_e$  de las extranjeras.  $A$  es el equilibrio inicial de Bertrand. La devaluación, que equivale a la relación  $AB/OA$ , traslada la función de reacción de las empresas extranjeras de  $p_e$  a  $p_e^1$ . Por su parte, el precio de los bienes producidos por las empresas domésticas aumenta en menor proporción que el precio de las empresas extranjeras en el mercado interno, pues el nuevo nivel de equilibrio se encuentra en  $A'$ . En la medida que la empresa representativa doméstica involucra un componente importado significativo en sus costos variables, su función de reacción tiene más pendiente y el efecto sobre el precio doméstico es mayor.

### III. MODELO DE LA TASA DE CAMBIO E INVERSION

Esta sección discute formalmente los mecanismos de transmisión de la variación de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión. El análisis se realiza en un marco de mercados no competitivos, como son los modelos de oligopolio de Cournot y de competencia monopolística de Dixit-Stiglitz (1977), en donde concurren empresas nacionales y extranjeras. Los mecanismos de transmisión de la tasa de cambio a la inversión se realizan a través de las respuestas de los precios y las cantidades de bienes e insumos. Al final de la sección se presentan algunas consideraciones que surgen al incorporar mercados no competitivos en la teoría de las decisiones de inversión.

La empresa elige el nivel de inversión en el período  $t$ ,  $I_t$ , al maximizar el valor presente de las ganancias esperadas,  $U$ . En efecto,  $U$  es la diferencia entre el valor presente del flujo neto de caja de la empresa y el agregado de la inversión,  $I_t$ , y el costo de ajuste del acervo de capital deseado  $C(I_t)$ . El flujo neto de caja se define como el producto entre el ingreso marginal neto del capital,  $\pi$ , y el acervo de esta última variable  $K_t$ .

Así, la función objetivo de la empresa es:

$$U = \sum_{i=1}^a \frac{1}{(1+r)^i} \left[ \pi K_t - I_t - C(I_t) \right] \quad (5)$$

sujeta a la restricción:

$$K_{t+1} = (1-\delta) K_t + I_t \quad (6)$$

Donde  $\delta$  es la tasa de depreciación.

El lagrangiano del proceso de maximización de la empresa se reduce a:

$$L = \sum_{i=1}^a \frac{1}{(1+r)^i} \left[ \pi K_t - I_t - C(I_t) \right] + \sum_{i=1}^a \lambda_t ((1-\delta) K_t + I_t - K_{t+1}) \quad (7)$$

La explicación de la dinámica de las decisiones de inversión se consigue a través de las dos condiciones de primer orden, obtenidas al derivar con respecto a  $I_t$  y  $K_t$ , el lagrangiano del proceso de maximización de la empresa, que se construye con la ecuación objetivo 5 y la restricción 6<sup>8</sup>. La condición de orden al derivar el lagrangiano respecto a la inversión, señala que las ganancias se maximizan en el tiempo  $t$ , cuando el costo de adquirir una unidad adicional de capital,  $P_{kt}$ , es igual al valor de mercado que representa esa unidad en la empresa,  $\rho_t$ , ( $P_{kt} = \rho_t$ ). La otra condición, que se obtiene al derivar el lagrangiano respecto al capital, afirma que el valor de mercado de una unidad de capital en la empresa,  $\rho_t$ , es igual a la suma en valor presente de las ganancias,  $\rho_t = \left( \frac{U(K_t)}{r} \right)$ . Las ganancias,  $u$ , se relacionan negativamente con el acervo de capital  $K_t$ , lo que se expresa como:  $U_k(K_t) < 0$ .

La condición de maximización de las ganancias y de la valorización en el mercado del capital de la empresa, representan el sistema dinámico de ecuaciones del modelo que explica la toma de las decisiones de inversión y facilita a su vez el estudio de los efectos que transmite la variación de la tasa de cambio en la inversión. Estos aspectos se ilustran con mayor claridad gráficamente.

La condición de maximización de las ganancias,  $\rho_t = P_{kt}$ , identifica la línea de demarcación cuando el crecimiento del capital es cero,  $\dot{K}_t = 0$ .<sup>8a</sup> Por el contrario, si  $\rho_t > P_{kt}$ , se invierte y entonces el capital crece,  $\dot{K}_t > 0$ ; y si  $\rho_t < P_{kt}$ , no se invierte y el capital se reduce,  $\dot{K}_t < 0$ , (Gráfico 3).

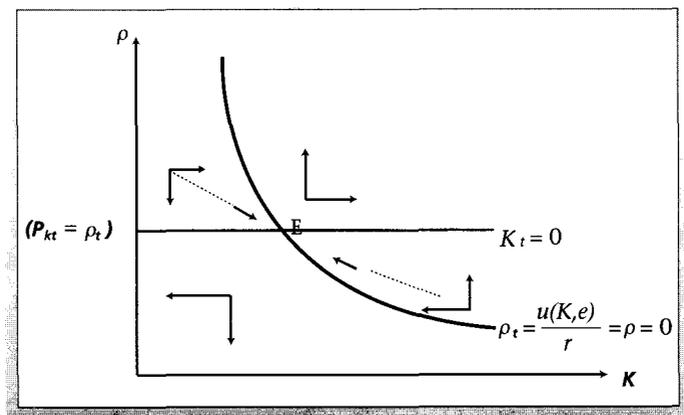
La segunda condición, el valor de mercado de una unidad de capital en la empresa  $\rho_t = \frac{U(K_t)}{r}$ , identifica la curva de demarcación cuando ese valor no se modifica, es decir  $\dot{\rho} = 0$ .

8 El proceso matemático para conseguir las dos condiciones de orden, que se usan en el texto, se encuentra en el anexo 1.

8a. El punto sobre la variable significa tasa de crecimiento.

**Grafico 3**

**Diagrama de fase del ajuste del capital**

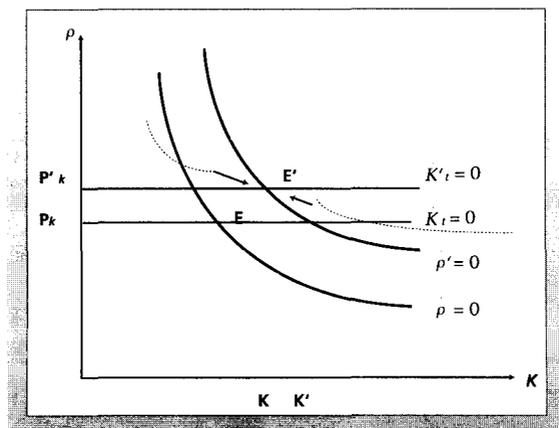


La pendiente de esta curva es negativa por la relación negativa que existe entre  $u$  y  $k$ . Ahora bien, si  $\rho_t > \frac{u(K, e)}{r}$ , el valor de mercado del capital de la empresa crece,  $\rho > \dot{0}$ ; por el contrario, si  $\rho_t < \frac{u(K, e)}{r}$ , el valor de capital de la empresa se reduce,  $\rho < \dot{0}$ . (Gráfico 3).

La dirección de los movimientos de las variables,  $K_t$  y  $\rho_t$ , se indica mediante las flechas rectangulares incluidas en el gráfico. Sólo existe una trayectoria de equilibrio que converge a  $E$ . Esta trayectoria se identifica en el gráfico con líneas discontinuas.

**Grafico 4**

**Ajuste del capital por variación de la tasa de cambio**



La devaluación de la tasa de cambio real afecta ambas curvas de demarcación:  $\dot{K}_t = 0$  y  $\dot{p} = 0$ . La recta  $\dot{K}_t = 0$  se traslada hacia arriba, en la medida que la devaluación aumenta el precio de los bienes de capital,  $P'_k$ . Por otra parte, la función  $\dot{p} = 0$  se desplaza hacia la derecha, si las ganancias netas aumentan como resultado del mayor efecto de la tasa de cambio en el precio de los bienes finales que en el de las materias primas. El efecto de la devaluación en el nivel del capital, y por lo tanto en la inversión, dependerá del grado de desplazamiento de las dos funciones. En el Gráfico 4 la devaluación tiene un efecto positivo. Las líneas discontinuas indican la nueva trayectoria de ajuste del capital.

El efecto que tiene la variación de la tasa de cambio en las ganancias esperadas para una empresa representativa en el período  $t$ , se relaciona con sus efectos en el precio externo de los bienes, valorado en moneda local,  $ep^*$ , en el precio doméstico,  $p$ , y en el precio de las materias primas nacionales,  $s$ , e importadas,  $es^{*9}$ . La variación de la tasa de cambio también afecta las cantidades de las materias primas vendidas interna,  $v$ , y externamente,  $v^*$ . Debe considerarse el efecto de la variación de la tasa de cambio sobre el costo de uso del capital,  $vcu$ , que se transmite a través del precio de los bienes de capital importados.

La especificación del modelo que mide los efectos de transmisión de la tasa de cambio real en la inversión, se encuentra en la ecuación 8, que define en forma contable las utilidades en el tiempo  $t$ . Los dos primeros términos de la derecha,  $ep_t^* + p_t q_t$ , son las exportaciones más las ventas internas; el tercero y cuarto términos,  $-s_t v_t - es_t^* v_t^*$ , son los valores de las materias primas nacionales e importadas; y el último es el agregado de la inversión y del costo de ajustar el capital al deseado,  $VCU_t$ . La empresa elige el nivel de inversión en el período  $t$ ,  $I_t$ , que maximiza el valor presente de las ganancias esperadas,  $U$ . En efecto,  $U$  es el valor presente del flujo neto de caja de la empresa; es decir el valor presente de la diferencia entre sus ingresos y egresos.

$$U_t = ep_t^* q_t^* + p_t q_t - s_t v_t - es_t^* v_t^* - VCU_t \quad (8)$$

Para obtener la forma reducida del modelo que se estima, la ecuación 8 se deriva respecto a  $e$ ,  $(dU/de)$ , teniendo en cuenta que las cantidades y los precios de los bienes y de los factores están en función de  $e$ . La derivada anterior se multiplica luego por  $\frac{e}{Z}$ , donde el denominador es el valor de las ventas totales. El resultado es<sup>10</sup>:

$$\left\{ \frac{e}{z} \right\} \frac{dU}{de} = u^*/z + \chi (\eta_{q^*} + \eta_{ep^*}) + (1 - \chi) (\eta_q + \eta_p) - (1 - \alpha)(1 - \text{markup})(\eta_y + \eta_s) - (\alpha)(1 - \text{markup})(\eta_{y^*} + \eta_{es^*}) + \left\{ \frac{cu}{z} \right\} \eta_{cu} \quad (9)$$

9 La  $e$  se incorpora como la tasa de cambio nominal. Esta variable se asimila a la real si y sólo si los precios internos están dados. Más adelante, en la parte econométrica, se diferencia entre la tasa de cambio nominal,  $e$ , y tasa de cambio real,  $e_r$ .

10 Véase anexo 2.

Las definiciones de los parámetros y de los términos de la ecuación son<sup>11</sup>:

$$Z = pq + ep^*q^*; \text{ ventas totales.}$$

$U^*$  ; ganancias de las ventas en el exterior sobre las ventas totales.

$$\chi = \frac{ep^*q^*}{Z} ; \text{ participación de las exportaciones en las ventas totales.}$$

$$\alpha = \frac{(es^*v^*)}{es^*v + sv} ; \text{ componente importado de las materias primas.}$$

*Markup* = (producción total - compras intermedias - salarios)/ producción.

$$\eta_p = \left( \frac{\partial p}{\partial e} \right) \left( \frac{e}{p} \right) ; \text{ elasticidad del precio interno respecto al cambio de la tasa de cambio real.}$$

$$\eta_q = \left( \frac{\partial q}{\partial e} \right) \left( \frac{e}{q} \right) ; \text{ elasticidad de la cantidad vendida en el mercado doméstico respecto a la tasa de cambio real.}$$

$$\eta_v = \left( \frac{\partial v}{\partial e} \right) \left( \frac{e}{v} \right) ; \text{ elasticidad de la cantidad de las materias primas importadas respecto al cambio de la tasa de cambio real.}$$

$$\eta_s = \left( \frac{\partial s}{\partial e} \right) \left( \frac{e}{s} \right) ; \text{ elasticidad del precio de las materias primas nacionales respecto al cambio a la tasa de cambio real.}$$

$$\dot{\eta}_{cu} = \left( \frac{\partial (CU)}{\partial e} \right) \left( \frac{e}{(CU)} \right) ; \text{ variación porcentual del costo de uso debido al cambio porcentual de la tasa de cambio real, donde } CU = \frac{VCU}{Z} .$$

La ecuación 9 explica la variación de la razón de las ganancias sobre las ventas totales, debida a la variación de la tasa de cambio real. Dicha variación se relaciona positivamente con los cambios en los precios y en las cantidades de los bienes vendidos interna y externamente,  $\chi (\eta_{q^*} + \eta_{ep^*}) + (1 - \chi) (\eta_q - \eta_p)$ ; negativamente con los cambios en los precios y en las cantidades de las materias primas nacionales e importadas, ponderadas según su importancia en el ingreso total de las empresas,  $-(1 - \alpha) (1 - markup) (\eta_v + \eta_s) - (\alpha) (1 - markup) (\eta_{v^*} + \eta_{es^*})$ , y también negativamente con el costo de uso del capital  $\left( \frac{cu}{Z} \right) \eta_{cu}$  .

11 Las variables con asterisco se refieren al sector externo.

En general, los efectos que se producen por la variación de la tasa de cambio real en la inversión bruta de las empresas nacionales, según la Ecuación 9, se reducen a los siguientes cambios: i) las cantidades totales vendidas, ya sea en el mercado doméstico o en el externo ( $\eta_q$  y  $\eta_{q*}$ ); ii) el precio interno y externo ( $\eta_p$  y  $\eta_{p*}$ ) y de las materias primas nacionales e importadas ( $\eta_s$  y  $\eta_{s*}$ ); iii) la demanda de las materias primas importadas y domésticas, que en parte se reduce al grado de sustitución entre ellas ( $\eta_v$  y  $\eta_{v*}$ ); y iv) el costo de uso del capital como una proporción de las ventas totales.

La variación de las ganancias depende del grado de sensibilidad de los precios y las cantidades a los cambios de la tasa de cambio; de la composición que tienen las ventas, internas y externas; y el peso que tiene el costo de las materias primas dentro de los ingresos totales de la empresa.

Bajo condiciones de mercados imperfectos, las empresas fijan un margen sobre el costo de producción unitario o Mark-up, que implica unas ganancias mayores a las que se obtendrían en mercados más competitivos. La amplitud del Mark-up es afectada por variaciones de la tasa de cambio, de acuerdo con tres factores<sup>12</sup>, consistentes con el modelo de Dixit y Stiglitz (1974):

- i) Grado de sustitución entre el bien de producción doméstica con el importado; es decir, el grado de diferenciación de los productos. Mientras mayor es el grado de diferenciación, mayor es el margen.
- ii) Nivel de integración o segmentación del mercado doméstico respecto al externo. La competencia y la homogeneidad del mercado doméstico respecto al externo define el movimiento de los precios de las empresas domésticas, cuando varía la tasa de cambio real. Mientras mayor sea la segmentación del mercado doméstico con el externo, mayor es la capacidad de las empresas nacionales para fijar sus precios.
- iii) Estructura del mercado. Si es de competencia perfecta, las empresas son tomadoras de precios en el mercado internacional. En mercados imperfectos u oligopólicos, las empresas tienen mayor discrecionalidad para fijar sus precios y cantidades y les permite operar de manera estratégica.

Los anteriores factores explican el poder que tienen las empresas para determinar el precio y, por lo tanto, para establecer el efecto de la tasa de cambio real en sus decisiones de inversión. De tal suerte que, mientras mayor sea el grado de integración con el mercado externo y de sustitución con los bienes importados, menor es el poder de los productores naciona-

<sup>12</sup> Menon (1996).

les para determinar sus precios y mayor el efecto de la variación de la tasa de cambio en las decisiones de inversión.

En mercados tipo Cournot, las empresas tratan de mantener su participación en el mercado ( $\eta_q, \eta_{q^*} = 0$ ) y la respuesta de los precios de los bienes y de las materias primas, de acuerdo con el ajuste de cantidades, tienen una elasticidad entre cero y uno ( $0 < \eta_p, \eta_{p^*} < 1$ ). Para el modelo de Dixit y Stiglitz, el Mark-up tiende a permanecer constante y los precios de los bienes producidos a ser menos volátiles, aunque el precio externo de las exportaciones se modifique de acuerdo con la tasa de cambio. El precio de las materias primas en el modelo de Dixit y Stiglitz tiene un comportamiento similar al de Cournot<sup>13</sup>, que se encuentra entre cero y uno ( $0 < \eta_s, \eta_{s^*} < 1$ ).

El efecto de la variación de la tasa de cambio real en las decisiones de inversión depende, además, de si el cambio es transitorio o permanente. Si se percibe que la variación de la tasa de cambio es transitoria, la persistencia de una revaluación real genera expectativas crecientes de que se presentará una devaluación real en el futuro, anticipándose que el costo real de las importaciones de bienes de capital aumentará. Esa conducta conduce a los empresarios a tomar decisiones de inversión en períodos de revaluación, con el propósito de anticiparse al aumento del precio de los bienes de capital por la devaluación esperada. Lo anterior se refuerza si las fases de revaluación se presentan con reducciones arancelarias, disminución de las trabas administrativas y facilidades de financiación con créditos externos menos onerosos que los domésticos. Los anteriores elementos pueden ser decisivos para los empresarios, aunque la rentabilidad económica sea menor que la esperada<sup>14</sup>.

#### IV. EVIDENCIA EMPIRICA PARA COLOMBIA

La sección A presenta la metodología utilizada para construir las series estadísticas incluidas en el modelo explicativo de la inversión industrial y se agregan algunos comentarios sobre su comportamiento. Las series construidas para trece ramas industriales son: el componente importado de las materias primas, el *Mark-up* del precio sobre los costos y la participación de las exportaciones e importaciones dentro del total de las ventas. La sección B presenta las relaciones estadísticas existentes entre la tasa de cambio y los precios de las expor-

13 Para Colombia debe incorporarse a las variaciones de la tasa de cambio real de las importaciones, los aranceles y las restricciones cuantitativas que se utilizan como alternativa al instrumento cambiario y que evidentemente afectan el precio de los bienes finales. La tasa de cambio real de las exportaciones debe corregirse por los incentivos que se otorgan con el CAT-CERT, el Plan Vallejo y las líneas de crédito con Proexpo y, recientemente, las de Bancoldex.

En relación con las restricciones cuantitativas a las importaciones, se supone que mientras mayor es el precio que generan estas restricciones menor es el efecto de la devaluación real en los precios, puesto que el margen de ganancias es mayor y permite amortiguar las diferencias entre el precio interno y el externo valorado en moneda nacional (Menon, 1996).

14 Una propuesta similar para Chile se encuentra en Servén (1990).

taciones e importaciones en Colombia. Finalmente, en la sección C se mide el efecto de la tasa de cambio real de las exportaciones e importaciones en la inversión bruta de acuerdo con la ecuación 9.

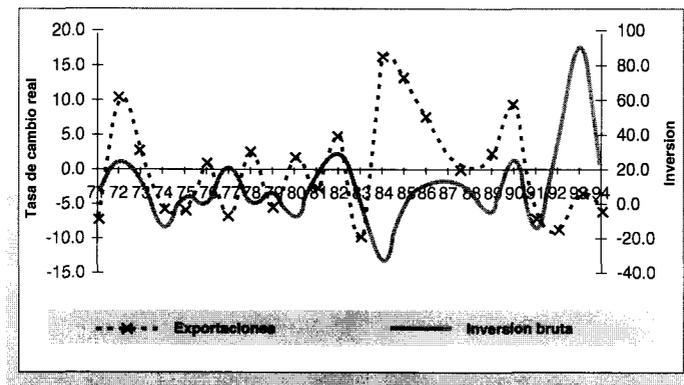
## A. Series incluidas en el modelo

Los gráficos 5a y 5b relacionan el crecimiento real de la inversión industrial bruta y los índices de las tasas de cambio reales de las exportaciones e importaciones. Si bien las tasas de cambio reales de las exportaciones e importaciones se mueven paralelamente, como es lo esperado, estos son contrarios al crecimiento real de la inversión industrial en varios años.

En los primeros años del setenta la inversión industrial real crece 13.3%, lo que representa un alto dinamismo. En el período 1974 - 1983 su comportamiento es inestable, aunque positivo. En 1984 se reduce en más de 32.6%, pero al siguiente año inicia su recuperación. En los años noventa se registran las mayores tasas de crecimiento de la inversión industrial, con excepción de 1991, cuando cae 13.9%.

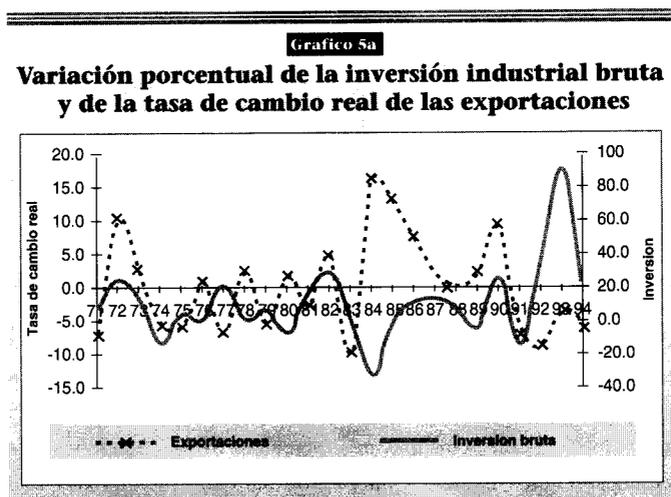
**Grafico 5a**

### Variación porcentual de la inversión industrial bruta y de la tasa de cambio real de las exportaciones



Los períodos que presentaron una relación positiva entre los movimientos de la tasa de cambio real y el crecimiento real de la inversión industrial bruta fueron: a principios de los setenta; en 1982 cuando la inversión creció 28.6% y antecedió a los años de reducción del saldo de reservas internacionales en el país y; finalmente, en 1990 y 1991, cuando se puso en

práctica el proceso de apertura económica. Las altas devaluaciones de 1984 y 1985 fueron acompañadas con crecimientos reales negativos de la inversión industrial. Por su parte, los altos crecimientos de la inversión en la primera mitad de los años noventa se presentaron con sucesivas revaluaciones de la tasa de cambio real.



La relación inversa entre el crecimiento de la inversión y la tasa de cambio real tiene dos mecanismos explicativos<sup>15</sup>. El primero, se relaciona con la capacidad que tienen las empresas que operan en mercados no competitivos para aumentar su *Mark-up*; en efecto, ante cambios de los precios de los insumos importados ocasionados por la disminución de la tasa de cambio real, las empresas reaccionan disminuyendo en menor porcentaje sus precios de venta. El segundo mecanismo, mencionado al final de la sección anterior, se presenta cuando los agentes económicos consideran que la revaluación real es transitoria y, por lo tanto, se benefician de la reducción del precio relativo de los bienes de capital y de los demás fenómenos sistémicos que se dan simultáneamente con la abundancia de divisas: reducción de aranceles, relajamiento de las trabas a las importaciones, facilidades de crédito externo, entre otros.

El Cuadro 1 presenta las variables que explican la inserción de la industria colombiana en el sector externo, como son las exportaciones e importaciones sobre ventas, el componente importado de los bienes intermedios y el *Mark-up* del precio sobre el costo.

<sup>15</sup> La relación inversa entre la inversión y la tasa de cambio real se ha desarrollado en una estructura teórica más amplia en Mesa y Estrada (1996).

Cuadro 1

### Sector Industrial Colombiano y su inserción externa %

	Exportaciones sobre ventas	Importaciones sobre ventas	Componente importado de bienes Intermedios	Mark-Up sin café	Mark-Up con café
1971-75	6.7	15.48	23.8	21.7	22.5
1976-80	6.9	16.55	24.6	22.6	25.4
1981-85	6.3	19.73	30.3	24.1	24.4
1986-90	8.6	15.86	25.1	23.0	24.3
1991-94	14.7	27.65	45.3	25.7	24.1

Fuente: DANE, Cuentas Nacionales

Los resultados más importantes son los siguientes. Las relaciones de las exportaciones e importaciones sobre las ventas crecen a lo largo de los últimos 25 años, destacándose especialmente lo sucedido en la década del noventa como resultado del proceso de apertura. Las ramas industriales que registraron las mayores relaciones de exportaciones a ventas, fueron: textiles, confecciones y cueros; madera y muebles de madera; y minerales no metálicos elaborados. En cuanto a las importaciones sobre las ventas se encuentran las industrias de químicos y caucho, metálicas de base y elaborados, maquinaria y equipo y material de transporte.

El componente importado de las materias primas, que había sido relativamente estable en el pasado, con una participación promedio en los años setenta y ochenta de 26%, se incrementa significativamente en los años noventa, cuando alcanza la tasa de 45%.

El *Mark-up* promedio del sector industrial es ligeramente creciente en el tiempo y paradójicamente aumenta durante la apertura, lo que pudo deberse a la comercialización de productos importados que redituaban tasas de ganancias superiores a las de la producción directa, como es el caso de la industria de alimentos. Las ramas industriales que tuvieron el menor margen y como consecuencia, la mayor exposición a la competencia externa, fueron la de alimentos procesados, textiles, confecciones, cuero, químicos, caucho y sus productos, metálicos de base y elaborados y material de transporte.

La metodología para la construcción del componente importado ( $\alpha$ ) y del costo de uso del capital CU, de acuerdo con los cálculos de Cárdenas y Olivera (1995), se describen a continuación.

El componente importado para la rama industrial  $i$  ( $\alpha_i$ ) se define como la proporción entre los insumos importados sobre el total de insumos, de la rama  $i$ . Los insumos importa-

dos sectoriales se calcularon de la matriz de insumo producto, aplicando a los valores de los insumos demandados de la rama  $i$  del sector  $j$ , ( $X_{ji}$ ), la proporción entre las importaciones y la producción total en cada rama  $j$ ,  $\left(\frac{M_j}{X_j}\right)$ . Lo anterior se expresa como:

$$\text{alpha } i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{M_j}{X_j}\right) X_{ji} / \sum_{j=1}^n X_{ji}$$

El costo de uso del capital se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CU = \frac{P_{kt}}{P_t} (r + \delta - \frac{P_{kt}}{P_t}) \frac{1 + t^v + t^m}{1 - t^r}$$

Donde el primer factor  $\frac{P_{kt}}{P_t}$  es el precio relativo de los bienes de capital, el término  $(r + \delta - \frac{P_{kt}}{P_t})$  representa la suma de la tasa de interés real y la tasa de depreciación de la

firma, menos la valoración del capital. El último es el factor tributario, en el cual  $t^v$  es la tasa impositiva sobre las ventas,  $t^m$  sobre las importaciones y  $t^r$  sobre la renta o utilidades.

## B. Relaciones nominales y reales entre la tasa de cambio y los precios de las exportaciones e importaciones

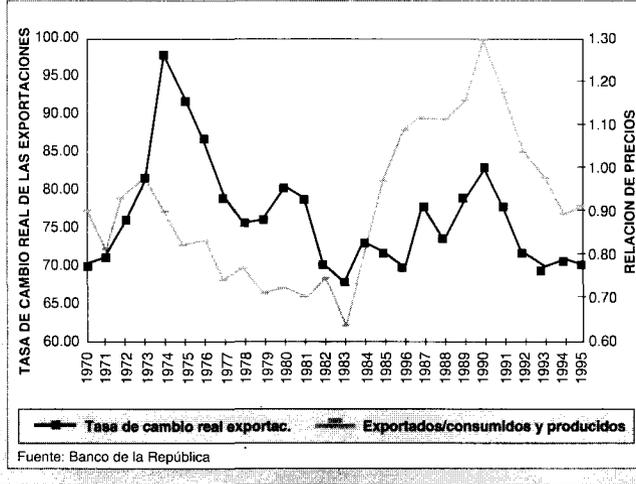
Esta sección cuantifica los efectos que transfieren las variaciones: a) de la tasa de cambio real a los precios relativos de las exportaciones e importaciones; b) de la tasa de cambio nominal a los precios nominales de las exportaciones e importaciones y; finalmente, c) de la devaluación nominal a la real. Lo anterior permite precisar en qué medida los cambios de la política cambiaria afectarían las decisiones de inversión de los agentes económicos, de manera positiva a través del precio relativo de las exportaciones y negativamente del precio relativo de las importaciones.

El Gráfico 6 presenta para el período 1970-1995 la relación entre la tasa de cambio real de las exportaciones no tradicionales y el índice de precios relativo de las exportaciones, sin café; el Gráfico 7, para el mismo período, muestra la relación entre la tasa de cambio real de las importaciones y el índice de precios relativos de las importaciones<sup>16</sup>. Con excepción de

<sup>16</sup> Los precios se construyeron con base en el índice de precios al por mayor y al productor del Banco de la República. Un análisis de las mismas variables, pero con métodos estadísticos diferentes, se encuentra en Murgasova (1996).

**Grafico 6**

**Precios relativos y tasa de cambio real de las exportaciones**

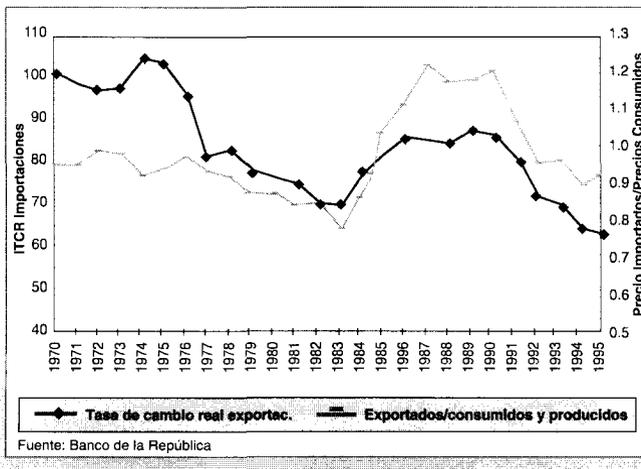


los primeros años de la década del setenta, ambos gráficos indican la estrecha correlación entre las series.

La transferencia de los cambios de la tasa de cambio a los precios, en términos nominales o reales, se estima con el método de máxima verosimilitud, propuesto por Johansen, que

**Grafico 7**

**Precios relativos y tasa de cambio real de las importaciones**



permite cuantificar los efectos dinámicos de corto plazo, cuando se estudia las relaciones de largo plazo entre las variables. Los efectos de corto plazo se explican con un modelo dinámico de corrección de errores (*MCE*), (Ecuación 10), donde el precio doméstico de los exportables o importables se mueven de acuerdo con la desviación que en el pasado tienen con la relación que deben guardar en el largo plazo con la tasa de cambio. En ese mismo modelo se incluye como variables explicativas los cambios de la variable dependiente con rezagos:

$$\Delta p = \alpha_1 + \alpha_2 (MCE)_{t-1} + \sum \alpha_{pi} \Delta p_{t-i} + \sum \alpha_{ei} \Delta e_{t-1} \quad (10)$$

Siendo  $MCE_t = p_{t-1} - \beta e_{t-1}$ . Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros y  $p$  y  $e$  son el índice de precios y la tasa de cambio.

El procedimiento de máxima verosimilitud de Johansen consiste en estimar un procedimiento de corrección de errores en un modelo de vectores autorregresivos de orden  $k$ ; esto es, una versión multivariada de *MCE* <sup>17</sup>.

El Cuadro 2 indica que el precio relativo de los bienes importables y exportables están cointegrados con la tasa de cambio real, con un nivel de significación estadística de 1%. Lo anterior permite interpretar razonablemente, que en el largo plazo el precio relativo de los bienes importables y exportables no tradicionales se mueven sistemáticamente y en mayor grado al movimiento de la tasa de cambio real. Por lo tanto, el efecto de transferencia de la tasa de cambio real a los precios domésticos de los bienes transables existe y es importante en Colombia.

El Cuadro 3 relaciona la ecuación de cointegración de las variables pertinentes y el modelo de corrección de errores. Las primeras ecuaciones de cada sección presentan los mismos resultados del Cuadro 2. El modelo de corrección de errores señala qué tan rápido se ajusta mensualmente el precio de los bienes exportables e importables cuando se mueve la tasa de cambio real. El precio de los bienes importados corrige sus desequilibrios con la tasa de cambio real cada mes en aproximadamente 8% y el de las exportaciones en 21%. Lo anterior significa que una relación de desequilibrio entre los precios relativos y la tasa de cambio real se corrige en aproximadamente un año para las importaciones y un semestre para las exportaciones.

<sup>17</sup> Este es:

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma \Delta X_{t-i} + \Pi X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $X_t$  es un vector columna de las  $n$  variables y en esta aplicación es de 2 ( $p$  y  $e$ ).  $\Gamma$  es la dinámica de corto plazo y  $X_{t-1}$ , el vector en nivel con rezago, que es el *MCE* en  $t-1$ . Si la matriz  $\Pi$  tiene un rango reducido ( $r < n$ , donde  $r$  es el número de vectores de cointegración), implica que  $\Pi = \alpha \beta'$  y las variables están cointegradas con  $\beta$  (vector de cointegración) y  $\alpha$  como los coeficientes de ajuste hacia el largo plazo. Si no existe cointegración entre las variables, el rango de  $\Pi$  es cero ( $r = 0$ ); además, si las variables son estacionarias en niveles,  $\Pi$  tiene rango completo ( $r = n$ ).

Cuadro 2

**Resultados de la prueba de cointegración de Johansen  
(Series mensuales para el periodo 1991-1997)**

Rezagos	Valores caracte- rísticos	Hipótesis nula	Hipótesis alternativa	Razón de máxi- ma verosimilitud	Valor crítico 5%	Valor crítico 1%	
				Valor $\lambda_{max}$			
precio relativo de im- portaciones y tasa de cambio real(*)	1	0.243 0.074	$r=0$ $r \leq 1$	$r > 0$ $r > 1$	29.09 6.27	19.96 9.24	24.60 12.97
precio relativo de ex- portaciones no tradi- cionales y tasa de cambio real(*)	1	0.217 0.084	$r=0$ $r \leq 1$	$r > 0$ $r > 1$	27.19 7.16	15.41 3.76	20.04 6.65
Devaluación real y de- valuación nominal	1	0.447 0.279	$r=0$ $r \leq 1$	$r > 0$ $r > 1$	63.43 22.60	19.96 9.24	24.60 12.97
Precio de las importa- ciones y tasa de cam- bio nominal(*)	12	0.211 0.001	$r=0$ $r \leq 1$	$r > 0$ $r > 1$	016.80 0.004	15.41 3.76	20.04 6.65
Precio de las exporta- ciones no tradiciona- les y tasa de cambio nominal(*)	6	0.222 0.152	$r=0$ $r \leq 1$	$r > 0$ $r > 1$	32.02 12.72	25.32 12.25	30.45 16.26

(\*) En logarimos

Debe tenerse en cuenta que la variación del precio de los bienes importados no es el único efecto de la devaluación, puesto que un aumento en el costo de los bienes intermedios y en el precio de los bienes de capital importados eleva el precio de los no transables y contribuyen de esta manera a aumentar las presiones inflacionarias de la economía.

El efecto de transmisión de la tasa de cambio real a través de las exportaciones en Colombia depende de la relación entre el precio externo y el interno. La devaluación real permite a los exportadores establecer precios relativos mayores a los del resto de la economía, en la medida que estos bienes se vuelven más competitivos, generando márgenes de ganancias mayores.

Para las variables nominales (Cuadro 4), la prueba de Johansen, aplicada a las relaciones entre el logaritmo del índice de la tasa de cambio nominal ( $e$ ) y los logaritmos de los índices de los precios de las importaciones ( $p_m$ ) y de las exportaciones no tradicionales ( $p_x$ ), indica que están cointegrados y, por lo tanto, relacionados en el largo plazo (Cuadro 2). Para este caso, los desajustes se corrigen en plazos menores a los conseguidos en términos reales, siendo mayor la reacción del precio de las exportaciones no tradicionales, que se ajusta en aproximadamente dos meses (Cuadro 4).

## Cuadro 3

**Ecuación de cointegración y vector de corrección de errores de los precios relativos de importaciones y exportaciones y de la tasa de cambio real**

**(Series mensuales para el período 1991-1997)**

a) Logaritmos del precio relativo de las importaciones ( $P_{rm}$ ) y de la tasa de cambio real ( $e_r$ )

**\*\* Ecuación de cointegración**

$$P_{rm} - 1.6761 e_r + 3.12518 = \varepsilon$$

(0.1555)	(0.6908)
(-10.810)	(4.5238)

Logaritmo de máxima - verosimilitud = 564.26

**\*\* Corrección de errores**

$$D(P_{rm}) = -0.07880 \widehat{MCE}_{t-1} - 0.017478 D(P_{rm})_{-1} + 0.19840 D(e_r)_{-1}$$

(0.0238)	(0.12468)	(0.0745)
(-3.3058)	(-0.14019)	(2.6645)

b) Logaritmos del precio relativo de las exportaciones no tradicionales ( $P_{rx}$ ) y de la tasa de cambio real ( $e_r$ )

**\*\* Ecuación de cointegración**

$$P_{rx} - 1.2720 e_r + 1.30179 = \varepsilon$$

(0.0762)
(-16.7034)

Logaritmo de máxima - verosimilitud = 500.08

**\*\* Corrección de errores**

$$D(P_{rx}) = -0.002681 - 0.213188 \widehat{MCE}_{t-1} - 0.22219 D(P_{rx})_{-1} + 0.50136 D(e_{r-1})$$

(0.00267)	(0.10717)	(0.12281)	(0.1724)
(-1.00260)	(-1.98927)	(-1.80818)	(2.9090)

Notas: El primer paréntesis indica el error estándar y el segundo el estadístico T.  $\varepsilon$  y D es el error de estimación y el operador de diferencias, respectivamente.



Existe además una relación estable en el largo plazo entre las devaluaciones real y nominal, que lo confirma la prueba de cointegración de Johansen, aplicada a los cambios porcentuales de las series mensuales (Cuadro 5). Esta prueba indica que en el largo plazo, la devaluación nominal se traduce en real en aproximadamente 60%. Además, cuando existen relaciones de desequilibrios entre la devaluación nominal y la real, esta se corrige en el corto plazo, tendiendo a sobreajustarse.

Cuadro 5

### **Ecuación de cointegración y vector de corrección de errores de la devaluación real y nominal**

**(Series mensuales para el período 1991-1997)**

**Devaluación real ( $\dot{e}_r$ ) y devaluación nominal ( $\dot{e}$ )**

**\*\* Ecuación de cointegración**

$$\dot{e}_r - 0.5972 \dot{e} + 0.78634 = \varepsilon$$

(0.09936)

(-5.1142)

Logaritmo de máxima-verosimilitud = -194.143

**\*\* Corrección de errores**

$$D(\dot{e}_r) = -1.191226 MCE_{r-1} + 0.4389454 D(\dot{e}_{r-1}) - 0.471013 D(\dot{e}_{-1})$$

(0.17377)

(0.13247)

(0.10591)

(-6.8552)

(3.31366)

(-4.44745)

Notas: El primer paréntesis indica el error estándar y el segundo el estadístico T.  $\varepsilon$  y D es el error de estimación y el operador de diferencias, respectivamente.

El efecto temporal de la devaluación nominal en la real se explica por la determinación de los precios en la economía, que es a través de contratos nominales y de manera escalonada. Es decir, que los precios nominales no se revisan constantemente y cuando lo hacen, no se hace de forma sincronizada. En efecto, el precio actual depende de la renovación de un conjunto de contratos del pasado, que se negocian con base en los precios definidos por sus competidores y, en menor grado, por los excesos de demanda del mercado (Calvo, 1983).

Cuando se realiza una devaluación y se toma por sorpresa a los agentes económicos, existe cierto número de contratos que fueron acordados previamente a la devaluación y no se modifican, por lo que el nivel de precios no se ajusta de inmediato a la nueva situación de equilibrio. Lo anterior explica por qué se presenta la devaluación real temporal y menor que la nominal. Más tarde, cuando se renuevan otros contratos, los precios aumentan y anulan la devaluación real que se había logrado (Calvo, 1983).

Si se tiene en cuenta, además, que las inversiones que realizan los empresarios se consideran fijas, en el sentido que una vez realizadas no se deshacen más tarde<sup>18</sup>, la política cam-

biaría no tendría la capacidad de afectar de manera importante las decisiones de inversión, en la medida que afecta temporalmente la tasa de cambio real y por la incertidumbre que genera la alteración de la situación económica.

### C. Parametrización y estimación de la función de inversión industrial bruta

Dada la existencia de una fuerte relación entre el precio relativo de las exportaciones e importaciones con la tasa de cambio real, a continuación medimos la importancia que tiene la última variable en las decisiones de inversión. De acuerdo con la teoría, la tasa de cambio real afecta la inversión a través de la relación positiva que tiene con las exportaciones y negativa con las materias primas y los bienes de capital importados.

De acuerdo con la Ecuación 9, para estimar la ecuación de inversión, se debe incluir un parámetro que relacione el cambio en la composición del mercado de las empresas de las diferentes ramas industriales, entre ventas internas y externas,  $\alpha_1$ ; otro que capture el efecto del costo de producción como resultado de los cambios en el precio de las materias importadas, relativizando su importancia por su peso dentro del total de ingresos,  $\alpha_2$ ; y un tercer parámetro que mide el impacto del costo de uso en la inversión (CU),  $\alpha_4$

Al incluir la utilización de la capacidad instalada CI<sup>19</sup>, se captan las condiciones de la demanda interna,  $\alpha_3$ . La relación de la cartera del sistema financiero sobre el PIB,  $\frac{CARTERA}{PIB}$

, introduce la restricción financiera de las empresas, que tiene mayor incidencia en las de menor tamaño, puesto que éstas cuentan con menores recursos propios que las más grandes,  $\alpha_5$ .

La especificación del modelo de inversión en logaritmos, para su estimación econométrica, es (Ecuación 12)<sup>20</sup>:

$$i = \alpha_0 + \alpha_1 \chi_x \varepsilon_x + \alpha_2 \text{alhp} (1 - \text{Markup}) \varepsilon_m + \alpha_3 ci + \alpha_4 cu + \alpha_5 \frac{CARTERA}{PIB} \quad (12)$$

Los signos esperados de los parámetros son:  $\alpha_1$ ,  $\alpha_3$  y  $\alpha_5 > 0$ ;  $\alpha_2$  y  $\alpha_4 < 0$ . El logaritmo de las tasas de cambio reales de las exportaciones e importaciones,  $\varepsilon_x$  y  $\varepsilon_m$ , se incorporan pa-

18 Sobre este tema existe actualmente una amplia literatura teórica. Se parte de la hipótesis que la empresa con oportunidades de invertir mantiene una opción análoga a la financiera, que es el derecho, pero no la obligación, para comprar un activo en algún tiempo futuro. Cuando la empresa realiza la inversión que es irreversible, esta realiza su opción. Esta decisión desecha la posibilidad de esperar por nueva información que podría alterar la deseabilidad y el tiempo de la inversión.

19 La utilización de la capacidad instalada, por ramas industriales, se calculó como la relación entre la producción real y la potencial. La potencial se construyó con los niveles de producción más altos observados en las series por ramas industriales.

20 En las regresiones se incorpora una variable de violencia, que tiene un alto efecto en Colombia.

ra medir su efecto en la inversión, ya sea a través de la participación de las exportaciones en el total de ventas o la del componente importado en el costo total de las empresas.

La evaluación del efecto de la tasa de cambio real en la inversión de trece sectores industriales, de acuerdo con la clasificación de Cuentas Nacionales, se realizó a través del ejercicio que combina series de tiempo y corte transversal por período, conocido como estadísticas panel<sup>21</sup>. Los resultados estimados incluyeron un intercepto particular, que introduce el efecto de cada grupo industrial en la regresión: este efecto se conoce en la literatura econométrica como “efectos fijos”. Las estimaciones del panel para las 13 ramas industriales y en el período 1971-1994 se encuentran en el Cuadro 6. Los signos de los parámetros son los esperados y robustos los resultados. Cabe destacar las al-

Cuadro 6a

<b>Estimación de la ecuación de inversión con 13 ramas industriales</b> <b>(Mínimos cuadrados generalizados)</b>			
	<b>Regresión 1</b>	<b>Regresión 2</b>	<b>Regresión 3</b>
$\chi\epsilon_x$	0.1427 (3.3123)	0.1832 (3.1386)	0.1487 (2.5442)
$al\text{hpa} (1- \text{Markup})\epsilon_m$	-0.1279 (-0.9845)	-0.2598 (-1.7428)	-0.2804 (-1.8672)
$ci$	1.0816 (3.45845)	0.7880 (2.0644)	1.1295 (2.9493)
$cu$	-0.7773 (-2.1149)		-1.0257 (-2.5046)
$cu(-1)$		-1.1346	
<b>CARTERA/PIB</b>	1.8415 (8.9987)	2.2521 (9.2378)	2.5800 (9.2231)
$R^2$ (ajustado)	0.9887	0.9916	0.9908
Estadístico F	6769.1	5608.0	5572.0
Período	1971-1994	1979-1994	1979 -1994
Total observaciones usadas	311	208	208

**Definición de variables en logaritmos:**  
 $\chi\epsilon_x$ : participación de las exportaciones sobre el total de ventas multiplicado por la tasa de cambio real de las exportaciones.  
 $al\text{hpa} (1- \text{Markup})\epsilon_m$ : Componente importado, por el porcentaje del costo variable unitario en el precio por  
 $ci$ : Utilización de la capacidad instalada  
 $cu$ : Costo de uso sin logaritmos  
 $p_k$ : precio relativo del capital  
 Los números entre paréntesis son el estadístico T.

21 La técnica de regresión básica para estos modelos es:

$$y_{it} = \alpha_i + \chi_{it}\beta + \epsilon_{it}$$

Donde  $i$  es el sector y  $t$  el tiempo;  $y_{it}$  es la variable dependiente del sector  $i$ ;  $\chi_{it}$  es el vector las variables explicativas;  $\beta$  es el vector de parámetros asociados a cada variable explicativa; y  $\epsilon_{it}$  es el término de error.

Cuadro 6b

**Estimación de la ecuación de inversión con 7 ramas industriales  
de menor MARK-UP**  
(Mínimos cuadros generalizados)

	Regresión 1	Regresión 2	Regresión 3
$\chi E_x$	0.3664 (5.8656)	0.4083 (5.7232)	0.4461 (5.6873)
$alpha (1 - Markup)\epsilon_m$	-0.1176 (-0.7553)	-0.2679 (-1.6497)	-0.2544 (-1.536)
$ci$	0.6676 (1.9353)	1.0595 (2.6423)	0.5751 (1.4005)
$cu$		-1.0135 (-2.2939)	
$cu(-1)$	0.6619 (-1.7060)		-1.0822 (-2.2244)
<b>CARTERA/PIB</b>	1.5016 (7.3425)	1.9943 (6.1974)	1.6710 (6.1974)
R2 (ajustado)	0.9816	0.9905	0.9889
Estadístico F	2139.4	2889.5	2491.3
Período	1972-1994	1979-1994	1979-1994
Total panel de observaciones usadas	161	112	112

**Definición de variables en logaritmos:**

$\chi E_x$  : participación de las exportaciones sobre el total de ventas multiplicado por la tasa de cambio real de las exportaciones.

$alpha (1 - Markup)\epsilon_m$  : Componente importado, por el porcentaje del costo variable unitario en el precio por  $ci$  : Utilización de la capacidad instalada

$cu$  : Costo de uso sin logaritmos

$p_k$  : precio relativo del capital

Los números entre paréntesis son el estadístico T.

tas elasticidades registradas en la capacidad instalada y la restricción financiera  
CARTERA  
PIB

Cuando se estima la ecuación 12 para un período más corto, 1979-1994, en el que se da más importancia al grado de apertura de la economía, los parámetros del costo de uso de la inversión y de las tasas de cambio de las exportaciones e importaciones son mayores (Cuadro 6a).

El Cuadro 6<sub>b</sub> presenta las estimaciones para siete (7) ramas industriales con menor Mark-up, y de acuerdo con la teoría las más sensibles a las variaciones de la tasa de cambio real. Evidentemente, se destaca la mayor elasticidad con la tasa de cambio de las exportaciones más no con la de la tasa de cambio de las importaciones vía los bienes intermedios; por otra parte, se encuentra la menor elasticidad con la utilización de la capacidad instalada, que es lo esperado para ramas industriales más competitivas. Las siete ramas fueron: alimentos procesados; textiles y confecciones; papel e imprentas, químicos y caucho; metálicos de base y elaborados, maquinaria y equipo y material de transporte.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados econométricos son concluyentes en afirmar que la tasa de cambio real es un determinante de las decisiones de inversión en el sector industrial colombiano. Cabe señalar que ese efecto se transmite principalmente vía el precio de las exportaciones, de los bienes intermedios y de los bienes de capital, que es un componente del costo de uso del capital. El resultado anterior tiene mayor significado cuando los sectores son menos oligopólicos. Es importante destacar que el aumento del componente importado de los bienes intermedios en los años noventa, ha hecho que aumente el efecto de la tasa de cambio en las decisiones de inversión.

Respecto a las exportaciones, la variación de la tasa de cambio real conduce a acomodar a cada grupo de participantes en el mercado nacional con el propósito de maximizar sus ganancias. En efecto, una devaluación aumenta la participación de los oferentes nacionales en el mercado doméstico, en contra de los extranjeros, como también aumenta la participación de las exportaciones en las ventas totales. La revaluación naturalmente tiene el efecto contrario.

Las relaciones econométricas encontradas entre la tasa de cambio y los precios reafirman los anteriores hallazgos: que la tasa de cambio afecta el precio relativo de los bienes transables en Colombia, especialmente el de los exportables.

Si bien los resultados econométricos señalan que la tasa de cambio real afecta las decisiones de inversión, sin embargo, las variables que han sido consideradas tradicionalmente como las determinantes de la inversión, como la utilización de la capacidad instalada y las restricciones financieras, tienen un alto grado de importancia, como lo señalan los parámetros de las regresiones. Se puede indicar además, que el efecto negativo de la tasa de cambio real a través de las importaciones, tanto de materias primas como de bienes de capital, es mayor que el efecto positivo sobre las exportaciones.

En relación con las restricciones financieras, cabe destacar su nexos con la tasa de cambio real. En la medida que se implementan medidas para restringir la entrada de capitales pa-

ra defender la tasa de cambio real, se reduce así mismo, tanto la capacidad del sistema financiero para generar recursos prestables como de la competitividad entre las instituciones de crédito, lo que produce finalmente un efecto negativo en la capacidad de realización de nuevas inversiones en la economía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Adolfson, Malin (1996), Exchange Rate Pass-Through to Swedish Import Prices. Stockholm School of Economics, Working Paper Series in Economic and Finance, 123.

Brander, J. A. (1997) . Strategic Trade Policy, in Grossman and Rogoff, Handbook of International Trade. North - Holland.

Dixit, Avinash and Joseph Stiglitz (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. The American Economic Review, Vol. 67, 3 (June):297-308.

Calvo, Guillermo (1983). Staggered Contracts and Exchange Rate Policy, in Jacob A. Frenkel, Exchange Rates and International Macroeconomics, The University of Chicago Press.

Campa, José and Linda Goldberg (1995). Investment in manufacturing, exchange rates and external exposure. Journal of International Economics, 38: 297-320.

Cárdenas, Mauricio y Mauricio Olivera (1995). La crítica de Lucas y la inversión en Colombia: nueva evidencia. Archivos de Macroeconomía, Septiembre, 35.

Dornbusch, Rudiger (1987). Exchange Rates and Prices. The American Economic Review, Vol. 77, 1, (March):93-106.

Froot, Kenneth and Paul Klemperer (1989). Exchange rate Pass-Through When Market Share Matters. The American Economic Review, Vol. 79, 4, (September): 637-654.

Goldberg, Linda y José Campa (1997). Inversión, transmisión y tasas de cambio: una comparación entre países; en: Mauricio Cárdenas y Sebastián Edwards, Inflación, estabilización y política cambiaria en América Latina. Tercer Mundo Editores.

Chhibber, Ajay and Namat Shafik (1992). Does Devaluation Hurt Private Investment? The Indonesian Case. In A. Chhibber, M. Dailami and Shafik (edi), Reviving Private Investment in Developing Countries: Empirical Studies and Policy Lessons. North-Holland. pp.99-123.

Hooper, Peter and Catherine Mann (1989). Exchange Rate Pass-through in the 1980s: The Case of U.S. Imports of Manufactures. Brooking Papers on Economy Activity, I, pp. 297-329.

Mesa, Fernando y Dairo Estrada (1996). Tasa de cambio real y ajuste del sector externo. Planeación & Desarrollo, XXVII, 1 (enero-marzo):141 - 163.

Murgosova, Zuzana (1996). Exchange Rate Pass-Through in Spain. International Monetary Fund, October, wp/96/114.

Menon, Jayant (1996). The degree and Determinants of Exchange Rate Pass-Through: Market structure, Non-Tariff Barriers and Multinational Corporations. The Economic Journal (March): 434 - 444.

\_\_\_\_\_ (1995). Exchange Rate Pass-Through. Journal of Economics Surveys, Vol. 9, 2: 197-231.

Serve, Luis (1990). Anticipated Real Exchange-Rate Changes and the Dynamics of Investment. The World Bank, December. WSP-562.

## ANEXO 1

### CONDICIONES DE PRIMER ORDEN DEL PROCESO DE MAXIMIZACION DE LAS EMPRESAS

El lagrangiano del proceso de maximización de la empresa se reduce a:

$$L = \sum_{i=1}^a \frac{1}{(1+r)^i} \left[ \pi K_i - I_i - C(I_i) \right] + \sum_{i=1}^a \lambda_i ((1-\delta) K_i + I_i - K_{i+1})$$

Donde  $\lambda_i$  es el multiplicador de Lagrange asociado con la restricción que incluye  $K_i$  y  $K_{i+1}$ . De tal manera que  $\lambda_i$  expresa el efecto marginal de un aumento exógeno de  $K$  sobre la vida útil de la empresa. Si se define  $\rho = (1+r)^i \lambda_i$ , entonces  $\rho$  indica el valor para la firma de una unidad adicional de capital en el tiempo  $(i+1)$ .

La condición de primer orden, derivando respecto a  $I_t$ , es:

$$1 + C'(I_t) = \rho_t$$

Esta condición de equilibrio indica que se invierte hasta cuando el costo de adquirir una unidad adicional de capital ( $1 + C'(I_t)$ ), se iguala a su valor en el tiempo  $t$ ,  $\rho_t$ . El uno es el precio unitario del capital normalizado.

La condición de primer orden, respecto a  $K$  en el período  $t$ , teniendo en cuenta que el acervo de capital  $K_t$  aparece en el período  $t$  y en el  $(t-1)$ , se tiene:

$$\frac{1}{(1+r)^t} \left[ \pi_{K_t}(\kappa_t, e) K_t + \pi_t(\kappa_t, e) \right] + \lambda_t (1-\delta) \lambda_{t-1} = 0$$

Donde  $\pi_{K_t}$  es la derivada de las ganancias respecto al capital. Al multiplicar la ecuación anterior por  $(1+r)^t$ ,

$$\left[ \pi_{K_t}(\kappa_t, e) K_t + \pi_t(\kappa_t, e) \right] + \rho_t (1-\delta) - (1+r)\rho_{t-1} = 0$$

Al ordenar términos

$$\left[ \pi_{K_t}(\kappa_t, e) K_t + \pi_t(\kappa_t, e) \right] = (1+r)\rho_{t-1} - \rho_t(1-\delta)$$

Si el total de ganancias se expresa como  $\pi^* = \left[ \pi_{K_t}(\kappa_t, e) K_t + \pi_t(\kappa_t, e) \right]$  y además

$\Delta\rho = \rho_t - \rho_{t+1}$  ; entonces

$$\pi_t^* = r\rho_t + \delta\rho_t - r\Delta\rho_t - \Delta\rho_t$$

El resultado anterior expresa que una unidad del capital,  $\rho_t$ , es igual al valor de sus ganancias o su rentabilidad bruta, menos la variación de mercado del capital.

## ANEXO 2

### OBTENCION DE LA ECUACION 9

Según la ecuación de ganancias

$$U = ep^* q_t + p_t q_t - s_t v_t - es^* v^* - VCU_t$$

Al derivar la ecuación anterior respecto a la tasa de cambio

$$\frac{\delta u}{\delta e} = p^* q^* + ep^* \frac{\delta q^*}{\delta e} + eq^* \frac{\delta p^*}{\delta e} + p \frac{\delta q}{\delta e} + q \frac{\delta p}{\delta e} - s \frac{\delta v}{\delta e} - v \frac{\delta s}{\delta e} - s^* v^* - ev^* \frac{\delta s^*}{\delta e} - es^* \frac{\delta v^*}{\delta e} - \frac{d(VCU)}{de}$$

Si se multiplica y divide por términos que permitan conseguir expresiones de elasticidades, sin alterar la ecuación anterior

$$\frac{u}{e} = p^* q^* + p^* q^* \eta_{q^*} + q^* p^* \eta_{p^*} + \frac{pq}{e} \eta_q + \frac{pq}{e} \eta_p - \frac{sv}{e} \eta_v - \frac{sv}{e} \eta_s - s^* v^* - v^* s^* \eta_{s^*} - v^* s^* \eta_{v^*} - \frac{(vcu)}{e} \eta_{(vcu)}$$

Lo anterior se divide por Z, donde  $z = pq + p^*q^*$

$$\left( \frac{\delta u}{\delta e} \right) \frac{1}{Z} = \frac{(p^* q^* - s^* v^*)}{Z} + \frac{p^* q^*}{Z} (\eta_{q^*} - \eta_{p^*}) + \frac{pq}{eZ} (\eta_q + \eta_p) - \frac{sv}{eZ} (\eta_v + \eta_s) - \frac{s^* v^*}{Z} (\eta_{s^*} - \eta_{v^*}) - \frac{(vcu)}{eZ}$$

Al multiplicar la expresión anterior por e:

$$e \left( \frac{\delta u}{\delta e} \right) \frac{1}{Z} = \frac{e(p^* q^* - s^* v^*)}{Z} + \frac{ep^* q^*}{Z} (\eta_{q^*} - \eta_{p^*}) + \frac{pq}{Z} (\eta_q + \eta_p) - \frac{sv}{Z} (\eta_v + \eta_s) - \frac{e s^* v^*}{Z} (\eta_{s^*} - \eta_{v^*}) - \frac{(vcu)}{Z} \eta_{vcu}$$

Definiendo:

$$\frac{u^*}{Z} = \frac{e(p^* q^* - s^* v^*)}{Z} ; \chi = \frac{ep^* q^*}{Z} ; \frac{e s^* v^*}{Z} = \text{alpha. (1-markup)}.$$

Se obtiene finalmente,

$$\frac{e}{V} \frac{du}{de} = \frac{u^*}{Z} + \chi (\eta_{q^*} - \eta_{p^*}) + (1-\chi) (\eta_q + \eta_p) - (1-\text{alpha}) (1-\text{markup}) (\eta_v + \eta_s) - \text{alpha} (1-\text{markup}) (\eta_{s^*} - \eta_{v^*}) - \frac{(vcu)}{Z} \eta_{vcu}$$