

**LA MODELIZACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO DE LA PESETA Y EL  
MARCO ALEMÁN DURANTE EL PERÍODO 1987-1996**

**CARLOS MANRIQUE CARREÑO**  
**Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I**  
**MAYO 2001**

## **PROLOGO**

La investigación acerca de la modelización del tipo de cambio de una divisa con respecto a otra ha ido pasando por diferentes etapas a lo largo del tiempo. Así en los años anteriores a 1973 el centro de atención de la cuestión eran los equilibrios de flujos entre los países, de forma tal que el tipo de cambio podía determinarse mediante las correspondientes funciones de oferta y demanda de cada una de las divisas, cuyo origen residía en el comercio internacional de bienes y servicios (exportaciones e importaciones). Modelos que responden a este planteamiento son los de Meade (1951) y Mundell - Fleming (1963).

Con posterioridad, la crisis del sistema de Bretton Woods a comienzos de los años setenta unido a la falta de explicación en muchos casos de las desviaciones producidas entre los valores efectivos del tipo de cambio y los predichos por los modelos, hace que en la literatura económica comiencen a aparecer modelos en los que no solamente el comercio internacional sea el hecho relevante en la fijación de un determinado tipo de cambio, sino también el deseo de los diferentes agentes que intervienen en la economía por mantener su riqueza en forma de activos valorados en diferentes monedas. Nace así el enfoque denominado como de equilibrio de stocks el cual pretende explicar las fluctuaciones del tipo de cambio mediante un proceso análogo al que se ven sometidos los precios de otros activos financieros.

Dentro del enfoque de equilibrio de stocks, también denominado mercado de activos, existen las siguientes tipologías de modelos:

- Modelos monetarios.
  - Con precios flexibles.
  - Con precios rígidos.
  
- Modelos de equilibrio de cartera.

Los modelos monetarios se subdividen a su vez como de precios flexibles o de precios rígidos. En el primer caso, se supone que el tipo de cambio es un fenómeno esencialmente monetario y que los niveles de precios se modifican instantáneamente ante alteraciones en el equilibrio del mercado. En estas condiciones, el tipo de cambio queda determinado simultáneamente a la vez que se produce el correspondiente equilibrio en los mercados de dinero de los correspondientes países.

Los modelos con precios rígidos hacen intervenir en la determinación del tipo de cambio no

solo a los elementos de caracter monetario sino también a aquellos de caracter real. Desde este punto de vista, el tipo de cambio de equilibrio se produce mediante la interacción simultánea de los mercados de dinero y de bienes y servicios, a la vez que se considera que los precios son rígidos a corto plazo ante alteraciones en el equilibrio y en estas circunstancias el tipo de cambio sobrerreacciona por encima o por debajo de su valor a largo plazo mientras que el nivel de precios se ajusta a su nuevo valor de equilibrio.

En los anteriores tipos de modelos, la hipótesis de perfecta sustituibilidad entre activos financieros denominados en diferentes monedas elimina el posible nexo de unión entre el saldo de la balanza por cuenta corriente y el tipo de cambio, al suponer que los poseedores de activos se muestran indiferentes respecto a la composición de sus carteras de activos.

La hipótesis de no sustituibilidad es una condición necesaria, para que el saldo de la balanza por cuenta corriente origine variaciones en el tipo de cambio. En efecto, si las preferencias por activos denominados en diferentes monedas varían entre países, una redistribución de la riqueza entre los mismos originará un desplazamiento en las demandas relativas de activos, que modificará su precio relativo y en consecuencia el tipo de cambio. Es el denominado "efecto cartera". Esta influencia del saldo de la cuenta corriente sobre el tipo de cambio, a través del efecto cartera, no se recogía en los modelos anteriormente analizados.

Con base en las consideraciones apuntadas, en el presente documento se realiza un análisis de la modelización del tipo de cambio entre la peseta y el marco alemán durante el período 1987-1996, a través de tres artículos en cada uno de los cuales se emplea un modelo de cada una de las categorías explicadas.

Carlos Manrique Carreño

**PARTE I**

## **LA MODELIZACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO DE LA PESETA Y EL MARCO ALEMÁN DURANTE EL PERÍODO 1987-1996: EL MODELO MONETARIO BÁSICO.**

*En este artículo y en su continuación en dos posteriores, se analiza el grado de explicación de la modelización del tipo de cambio entre la peseta y el marco empleando distintas hipótesis (flexibilidad de precios, rigidez de precios y efectos derivados de la cuenta corriente). Se ha elegido el período durante el cual España se incorpora al Sistema Monetario Europeo a los efectos de investigar empíricamente las diferencias que sobre el ajuste del tipo de cambio pudieran existir en un período anterior y posterior a dicha situación.*

### **1) HIPÓTESIS DEL MODELO**

La descripción de la evolución del tipo de cambio de acuerdo con la teoría monetaria representa un intento de explicar hacia donde tiende el tipo de cambio a largo plazo debido a que las hipótesis de las que parte solamente se pueden considerar realistas dentro de dicho contexto:

- § Cumplimiento de la *paridad del poder adquisitivo* (PPA). Esta condición supone que el tipo de cambio entre dos monedas cualesquiera pertenecientes a dos países, A y B, cuyos niveles internos de precios son respectivamente  $P$  y  $P^*$ , está permanentemente fijado a través de la relación:

$$S = P/P^*$$

siendo:

$S$  = Tipo de cambio nominal de la moneda del país A en relación a la moneda del país B.

$P$  = Nivel general de precios en el país A.

$P^*$  = Nivel general de precios en el país B.

- § Flexibilidad perfecta de precios para que en todo momento pueda ser satisfecha la PPA tal y como la hemos definido en el punto anterior.

### **2) EL EQUILIBRIO EN EL MERCADO MONETARIO**

Bajo el enfoque monetario, los tipos de cambio se determinan como una consecuencia derivada del propio equilibrio de los respectivos mercados de dinero (interno y externo). En consecuencia, se debe cumplir la igualdad entre oferta y demanda de saldos reales en el mercado de dinero de los países A (interno) y B (externo) tal y como se expresa en las siguientes relaciones:

$$\begin{array}{ll} \text{País A:} & M/P = L(i, Y) \\ \text{País B:} & M^*/P^* = L^*(i^*, Y^*) \end{array}$$

siendo:

$M$  = Oferta monetaria en el país A.  
 $M^*$  = Oferta monetaria en el país B.  
 $P$  = Nivel general de precios en el país A.  
 $P^*$  = Nivel general de precios en el país B.  
 $L$  = Demanda real de dinero en el país A.  
 $L^*$  = Demanda real de dinero en el país B.  
 $i$  = Tipo de interés nominal en el país A.  
 $i^*$  = Tipo de interés nominal en el país B.  
 $Y$  = Renta real en el país A.  
 $Y^*$  = Renta real en el país B.

En la especificación de la función de demanda de saldos reales de dinero para cada uno de los países, es usual el empleo de funciones exponenciales tipo Cagan que obedecen a la siguiente forma funcional:

$$\begin{array}{ll}
 \text{País A:} & L(i, Y) = c \cdot Y \cdot e^{-\varepsilon i} \\
 \text{País B:} & L(i^*, Y^*) = c^* \cdot Y^* \cdot e^{-\varepsilon^* i^*}
 \end{array}$$

siendo:

$\eta$  = Elasticidad de la demanda de dinero con respecto a la renta del país A.  
 $\eta^*$  = Elasticidad de la demanda de dinero con respecto a la renta del país B.  
 $\varepsilon$  = Semielasticidad de la demanda respecto al tipo de interés del país A.  
 $\varepsilon^*$  = Semielasticidad de la demanda respecto al tipo de interés del país B.

En estas condiciones, el equilibrio en el mercado monetario surge a través de movimientos en el nivel general de precios conforme indica la siguiente expresión referida al país A: en donde puede apreciarse que definida la demanda de dinero en términos reales, el nivel

$$P = \frac{M}{c \cdot Y^\eta \cdot e^{-\varepsilon i}}$$

de precios se determina proporcionalmente a las variaciones que pueda experimentar la cantidad de dinero.

Suponiendo para el país B un comportamiento análogo en relación con el mercado monetario, tendremos que el equilibrio a largo plazo se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$P^* = \frac{M^*}{c^* \cdot Y^{*\eta} \cdot e^{-\varepsilon^* i^*}}$$

La ecuaciones anteriores demuestran que el nivel de precios de equilibrio en cada uno de los países se determina endógenamente.

### 3) LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO

Debido al supuesto que estamos realizando respecto al cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo, entre ambos niveles de precios deberá verificarse permanentemente que:

$$P = S \cdot P^*$$

Esta relación establece que los niveles de precios de ambos países deben ser iguales cuando se expresan en una misma moneda.

Bajo todo este conjunto de hipótesis, podemos expresar el tipo de cambio nominal mediante la expresión:

$$S = \frac{c'}{c} \frac{M}{M^*} \frac{Y^{-\eta}}{Y^{*\eta}} e^{\varepsilon \cdot i - \varepsilon^* \cdot i^*}$$

siendo  $(M/M^*)$  la cantidad de dinero relativa,  $(Y/Y^*)$  la renta real relativa e  $(i-i^*)$  el diferencial de interés entre ambos países.

En las aplicaciones prácticas a fin de contrastar la validez de los postulados del modelo monetario básico, es usual escribir la ecuación anterior en términos logarítmicos. Para ello, si tomamos logaritmos naturales nos queda la siguiente expresión:

$$\ln S = (\ln c' - \ln c) + \ln M - \ln M^* - \eta \ln Y + \eta \ln Y^* + \varepsilon i - \varepsilon^* i^*$$

Esta ecuación la podemos asimismo representar de la siguiente forma:

$$s_t = \alpha + (m_t - m_t^*) - \eta y_t + \eta^* y_t^* + \varepsilon i_t - \varepsilon^* i_t^* \quad (1)$$

donde las variables en minúsculas:  $s_t$ ,  $m_t$ ,  $m_t^*$ ,  $y_t$ ,  $y_t^*$ , representan los logaritmos naturales del tipo de cambio nominal ( $S$ ), ofertas monetarias nominales ( $M$  y  $M^*$ ) y rentas reales ( $Y$  e  $Y^*$ ). La variable  $\alpha$  representa el término independiente constante que corresponde a  $(\ln c' - \ln c)$ .

En caso de que las elasticidades de la demanda de dinero respecto a la renta fuesen iguales en ambos países, así como también las correspondientes semielasticidades de la demanda respecto al tipo de interés, la relación anterior podría representarse en la forma:

$$s_t = \alpha + (m_t - m_t^*) - \eta (y_t - y_t^*) + \varepsilon (i_t - i_t^*) \quad (2)$$

Teniendo en cuenta que a largo plazo el diferencial de tipos de interés nominales coincide con el diferencial de tasas de inflación esperadas, Frenkel (1976) considera un modelo alternativo al descrito en la última expresión (2) del siguiente modo:

$$s_t = \alpha + (m_t - m_t^*) - \eta (y_t - y_t^*) + \varepsilon (\pi_t^e - \pi_t^{*e}) \quad (3)$$

donde  $\pi_t^e - \pi_t^{*e}$  representa el diferencial de tasas de inflación esperadas entre ambos países.

#### **4) PRINCIPALES CONCLUSIONES QUE SE DERIVAN DE LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO MEDIANTE EL MODELO MONETARIO BÁSICO**

De la observación de la expresión anterior, podemos establecer las siguientes conclusiones en relación al modelo monetario básico de determinación del tipo de cambio:

- Un incremento en la relación  $(M/M^*)$  incrementará *ceteris paribus* el valor de  $S$  y por lo tanto provocará una depreciación de la moneda del país A en relación a la moneda del país B. Como consecuencia de ello, un aumento de la oferta monetaria en el país A o una disminución en la oferta monetaria del país B, depreciará la moneda del primero de ellos:

$$\uparrow M \Psi \uparrow (M/M^*) \Psi \uparrow S$$

En sentido contrario, una disminución de la relación  $(M/M^*)$  provocará *ceteris paribus* una disminución del valor de  $S$  y en consecuencia se registrará una apreciación de la moneda del país A con relación a la del país B. Por lo tanto, una disminución de la oferta monetaria en el país A o un incremento de la misma en el país B, apreciará la moneda del primero de ellos:

$$\leftrightarrow M \Psi \leftrightarrow (M/M^*) \Psi \leftrightarrow S$$

- Un aumento en la relación  $(Y/Y^*)$  provoca *ceteris paribus* una disminución de  $S$  y en consecuencia una apreciación de la moneda del país A frente a la del país B. Por lo tanto si se produce una expansión en la renta real del país A o una contracción en la del país B, se depreciará la moneda del primero de ellos:

$$\uparrow Y \Psi \uparrow (Y/Y^*) \Psi \leftrightarrow S$$

Por otra parte, una disminución del cociente  $(Y/Y^*)$  causará *ceteris paribus* un aumento en el valor de  $S$  y por tanto una depreciación de la moneda del país A en



relación a la del país B por razones opuestas a las anteriormente aludidas. Ello se provocará a consecuencia de una retracción en la renta real del país A o bien por una expansión en la correspondiente al país B:

$$\leftrightarrow Y \Psi \leftrightarrow (Y/Y^*) \Psi \blacktriangle S$$

- Una subida en el tipo de interés nominal del país A o una disminución en el tipo de interés nominal del país B provocará *ceteris paribus* una depreciación de la moneda del primero de ellos respecto a la del segundo:

$$\blacktriangle i \Psi \blacktriangle S$$

Al contrario ocurrirá en caso de producirse una disminución en el tipo de interés nominal del país A o un aumento en el tipo de interés nominal del país B, esto es, la moneda del primero de ellos se apreciará con relación a la del segundo:

$$\leftrightarrow i \Psi \leftrightarrow S$$

## 5) LAS EXPECTATIVAS Y EL MODELO MONETARIO BÁSICO

El modelo monetario básico no considera de forma explícita un esquema de formación de expectativas sino que se lleva a cabo implícitamente a través de la paridad no cubierta de intereses, la paridad del poder adquisitivo y el efecto Fisher. Vamos seguidamente a describir en qué consisten cada uno de estos principios y el mecanismo por el que los agentes dan forma a tales expectativas.

### 5.1) LA PARIDAD NO CUBIERTA DE INTERESES (PNCI)

La misma establece que el mercado cambiario se encuentra en una situación de equilibrio cuando todos los activos, con independencia de la moneda en que vengan expresados, ofrezcan la misma tasa de rentabilidad esperada.

La anterior condición puede formularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$i_t = i_t^* + (S_{t+1}^e - S_t)/S_t \quad (4)$$

siendo:

$(S_{t+1}^e - S_t)/S_t$  = Tasa de apreciación esperada de la moneda del país A respecto a la moneda del país B.

$i_t$  = Tipo de interés nominal en el país A en el período "t"

$i_t^*$  = Tipo de interés nominal en el país B en el período "t"

## 5.2) LA PARIDAD DEL PODER ADQUISITIVO

El concepto de ésta ya ha quedado definido al comienzo de este artículo, si bien volvemos a insistir sobre la misma debido a que puede ser objeto de un planteamiento alternativo tal y como vamos seguidamente a probar.

Si partimos nuevamente de la definición que dimos como relación por cociente entre los índices de precios interno (país A) y externo (país B):

$$S = P/P^* \quad (5)$$

y se diferencia esta expresión, resulta:

$$d(S) = \frac{d(P).P^* - d(P^*).P}{(P^*)^2} = \frac{d(P)}{P^*} - \frac{d(P^*)}{P^*} \frac{P}{P^*}$$

dividiendo los dos miembros de esta expresión por la ecuación (5) resulta:

$$\frac{d(S)}{S} = \frac{d(P)}{P} - \frac{d(P^*)}{P^*}$$

expresión que representa la paridad del poder adquisitivo en forma de tasas de inflación, entre los países 1 y 2, y que nos dice que la tasa de depreciación de la moneda del país A frente a la del país B es igual a la diferencia entre las tasas de inflación entre ambos países.

$$\frac{(S_{t+1} - S_t)}{S_t} = \pi_t - \pi_t^* \quad (6)$$

siendo:

$S_{t+1}$  = Tipo de cambio en el período "t"

$S_t$  = Tipo de cambio en el período "t-1"

$B_t$  = Tasa de inflación en el país A entre "t" y "t+1"

$B_t^*$  = Tasa de inflación en el país B entre "t" y "t+1"

## 5.3) EL EFECTO FISHER

El mismo establece que el tipo de interés real es igual al correspondiente tipo de interés nominal menos la tasa de inflación esperada. Lo que acabamos de decir puede formularse de la siguiente forma:

$$\text{País A: } i_{Rt} = i_t - B_t^e$$

$$\text{País B: } i_{Rt}^* = i_t^* - B_t^{*e}$$

siendo:

$i_{Rt}$  = Tipo de interés real en el país A en el período "t"

$i_{Rt}^*$  = Tipo de interés real en el país B en el período "t"

$i_t$  = Tipo de interés nominal en el país A en el período "t"

$i_t^*$  = Tipo de interés nominal en el país B en el período "t"

$B_t^e$  = Tasa de inflación esperada en el país A entre "t" y "t+1"

$B_t^{*e}$  = Tasa de inflación esperada en el país B entre "t" y "t+1"

#### 5.4) LA FORMACIÓN DE LAS EXPECTATIVAS

Si la paridad del poder adquisitivo se cumple, los participantes en el mercado actuando con criterios de racionalidad, formularán sus expectativas en base a la misma esperando que se cumpla. En este caso podemos expresar la relación (6) que anteriormente demostramos en terminos de valores esperados de la siguiente manera:

$$\frac{(S_{t+1}^e - S_t)}{S_t} = \pi_t^e - \pi_t^{*e} \quad (7)$$

siendo:

$S_{t+1}^e$  = Tipo de cambio esperado para el período "t+1"

$S_t$  = Tipo de cambio en el período "t"

$B_t^e$  = Tasa de inflación esperada en el país A entre "t" y "t+1"

$B_t^{*e}$  = Tasa de inflación esperada en el país B entre "t" y "t+1"

Como por otra parte debe cumplirse la paridad no cubierta de intereses, de ésta y de la relación (7) resulta:

$$i_t - i_t^* = \pi_t^e - \pi_t^{*e}$$

lo cual demuestra que las variaciones en el tipo de interés nominal del país A (sin que cambie el interés nominal en el país B ni tampoco su tasa esperada de inflación) se transforman en cambios en la tasa esperada de inflación del país A.

La condición última supone que los tipos de interés reales en ambos países sean

iguales ( $i_{Rt} = i_{Rt}^*$ ) como consecuencia del efecto Fisher.

Como consecuencia de todo lo comentado, podemos decir que el diferencial de tipos de interés nominales refleja el diferencial de inflación esperada por los agentes y también la tasa de variación esperada en el tipo de cambio. Mediante esta relación que acabamos de describir es como los agentes de alguna manera implícita al propio modelo, formulan sus expectativas de variación del tipo de cambio.

## **6) LA EVIDENCIA EMPÍRICA**

Los contrastes empíricos realizados mediante el modelo monetario presentado, han sido en general bastante desfavorables en épocas recientes a pesar de la evidencia favorable obtenida en los primeros estudios realizados por Frenkel (1976) para el tipo de cambio marco alemán/dólar durante la hiperinflación alemana de los años 20, así como en otras contrastaciones llevadas a cabo por diversos autores como Bilson (1978), Hodrick (1978) y Dornbusch (1979). Sin embargo a partir de la década de los 80, los contrastes realizados comienzan a presentar malos resultados que se manifiestan en la obtención de coeficientes estimados con signos incorrectos y en ocasiones no significativos, potencial endogeneidad del diferencial de tipos de interés, correlación de los residuos y pobre poder predictivo dentro de la muestra.

Algunos autores atribuyen la evidencia empírica desfavorable a una incorrecta especificación de los modelos consistente en algunos casos en las restricciones impuestas sobre la igualdad de las elasticidades renta y tipo de interés entre países, especificación logarítmica lineal de la ecuación del tipo de cambio e inestabilidad en las funciones de demanda de liquidez interna y externa producida por las innovaciones financieras en la década de los 80 (Meese y Rogoff (1983), Boothe y Poloz (1988) y Frankel (1984)). Finalmente, existen algunos autores como Frankel (1983 y 1984) que señalan como fuentes de error los grandes déficits y superávits de la cuenta corriente los cuales generaron importantes *efectos riqueza* no capturados obviamente por la especificación del modelo monetario básico.

Recientemente algunos autores han empleado técnicas de cointegración para la estimación de diferentes versiones del modelo monetario encontrando una mejor evidencia empírica. Así, MacDonald y Nagayasu (1997) han modelizado el tipo de cambio entre el yen y el dólar para el período de libre flotación centrándose en las relaciones a largo plazo.

Gámez (1983 y 1985) estimaba diferentes versiones del modelo monetario para un índice de posición efectiva de la peseta con respecto a las monedas de siete países industrializados (Estados Unidos, Canadá, Francia, Gran Bretaña, Italia, Alemania y Japón) durante un período comprendido entre los terceros trimestres de 1973 y 1981. En general, se obtenía en todos los casos un coeficiente positivo y significativo para el diferencial de tipos de interés (tal y como predice el modelo de precios flexibles), y en ocasiones un coeficiente positivo

para el diferencial de ofertas monetarias y para el diferencial de tasas de inflación, que en el primer caso no resultaba significativamente diferente de la unidad, pero que en el segundo tomaba un valor muy pequeño.

Aguado (1986) y Nievas-López (1991) para el tipo de cambio peseta/dólar, obtenían resultados similares con los anteriormente reseñados con coeficientes en las variables explicativas poco o nada significativos.

Peruga y Fernández (1997) analizan el comportamiento de la peseta frente a las monedas del G-7, así como frente al franco suizo, durante el período de tipos de cambio flexibles utilizando asimismo la metodología de la cointegración.

## **7) APLICACIÓN PRÁCTICA OBJETO DE ESTE TRABAJO**

Una vez descritos los fundamentos teóricos en los que se basa el modelo monetario para la descripción del tipo de cambio, así como también una breve reseña histórica de algunos de los principales trabajos que se han realizado sobre esta base, vamos seguidamente a exponer los resultados obtenidos para una aplicación práctica desarrollada para la peseta/marco alemán durante el período 1987-1996 en que se produce la reunificación alemana, pudiéndose analizar este hecho sobre la evolución de los tipos de cambio.

La contrastación se ha llevado a cabo mediante el modelo monetario representado por la relación (1) anteriormente expuesta. Asimismo y puesto que las hipótesis del modelo monetario estrictamente se satisfacen en el largo plazo, se ha realizado el estudio mediante variables referidas a dicho horizonte como más adelante se expondrá. En cuanto a la metodología utilizada para el cálculo de los diferentes coeficientes de la relación estructural, ésta ha consistido en el empleo de técnicas tradicionales econométricas basadas en el método de los mínimos cuadrados juntamente con la hipotética corrección de la autocorrelación de los residuos del modelo mediante el algoritmo iterativo de Cochrane-Orcutt

Dado que el coeficiente que multiplica al diferencial de ofertas monetarias es igual a la unidad, se ha llevado a cabo una estimación del modelo en la forma siguiente:

$$\bar{s}_t - (m_t - m_t^*) = \beta_1 - \beta_2 \bar{y}_t + \beta_3 \bar{y}_t^* + \beta_4 \bar{i}_t - \beta_5 \bar{i}_t^* + u_t$$

donde las variables con una raya encima representan valores a largo plazo, ya que como dijimos al comienzo las hipótesis sobre las que se construye el modelo corresponden más a un escenario a largo que a corto plazo. Asimismo, las variables sin asterisco son internas (España) en tanto que las que tienen asterisco son externas (Alemania).

El modelo anterior muestra que, ante una alteración monetaria en el momento actual representada por el diferencial  $(m_t - m_t^*)$ , que provoca a largo plazo que las rentas reales

tiendan hacia los valores  $\bar{y}_t$  e  $\bar{y}_t^*$  respectivamente y los tipos de interés nominales hacia los valores  $\bar{i}_t$  e  $\bar{i}_t^*$  respectivamente, entonces el tipo de cambio tiende a largo plazo a un valor que puede modelizarse en función de todos los fundamentos anteriores de acuerdo con la relación descrita anteriormente.

Las variables empleadas para la contrastación en forma de series mensuales (Fuente: Banco de España) han sido las siguientes:

- 1) Tipos de cambio actuales entre la peseta y el marco
- 2) Oferta monetaria española (M3) en millones de pesetas.
- 3) Oferta monetaria alemana (M3) en millones de marcos.
- 4) Producto Interior Bruto español y alemán en millones de patrones de poder de compra (PPC).
- 5) Interés de la deuda española del Estado a medio y largo plazo (3 años).
- 6) Interés de la deuda alemana del Estado a medio y largo plazo (3 años).

### 7.1) Periodo 1987-1996

Dado que el tipo de cambio a largo plazo y las correspondientes rentas reales asimismo a largo plazo no resultan ser observables, se ha realizado una estimación de dichos valores mediante un alisado de las correspondientes series a corto plazo mediante la obtención de medias móviles en base a los 5 últimos datos anteriores a cada determinación.

La estimación final del modelo ofrece los siguientes resultados:

$$\bar{s}_t = 3,515632 + (m_t - m_t^*) - 1,957143 \bar{y}_t + 1,633627 \bar{y}_t^* - 0,002242 \bar{i}_t - 0,021913 \bar{i}_t^* + u_t$$

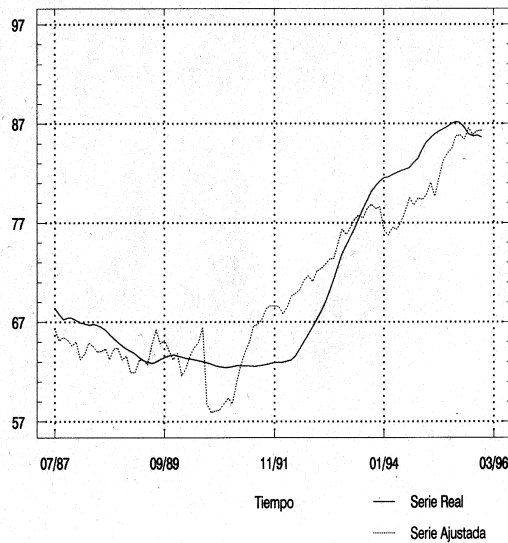
(6,5074)
(-4,6117)
(4,6117)
(-0,4781)
(-3,3595)

R-SQ (Adj) = 0,9491

DurbWat = 1,861

Los números entre paréntesis son los correspondientes valores de la distribución t de Student que permiten definir el nivel de significación de cada uno de los coeficientes. Puede comprobarse que todos ellos tienen un adecuado nivel de significación y signos acordes con la especificación del modelo monetario a excepción del coeficiente relativo al tipo de interés interno a largo plazo que presenta bajo nivel de significación y un signo inadecuado respecto a lo que el modelo indica. Por otro lado el coeficiente de determinación ajustado presenta un valor de 0,9491 y el estadístico de Durbin Watson un valor de 1,861 indicativo de que no existen problemas de autocorrelación en los residuos.

La representación conjunta de las series real y ajustada de los tipos de cambio se representa en el siguiente gráfico:



Tanto de la observación del gráfico como de la falta de significación y signo inadecuado para el coeficiente correspondiente al tipo de interés interno a largo plazo se deduce que el ajuste no es excesivamente satisfactorio.

Viendo la forma de la serie de tipo de cambio a largo plazo, se ha estudiado la posibilidad de contemplar un cambio estructural a partir del año 1992. Mediante el test de Chow el valor del estadístico para el contraste de la hipótesis nula de ausencia de cambio estructural ofreció un valor de 34,89 muy superior al correspondiente valor  $F_{0,95}(5;92)$ , por lo que se rechaza dicha hipótesis nula.

Como consecuencia de los resultados anteriores, se han contemplado en la modelización los períodos 1987-1992 y 1992-1996 de forma independiente.

## 7.2) Período 1987-1992

Para este intervalo y siguiendo técnicas econométricas análogas a las ya citadas anteriormente, se obtuvo la siguiente estimación del comportamiento de los tipos de cambio a largo plazo:

$$\bar{s}_t = 8,475289 + (m_t - m_t^*) - 2,040235 \bar{y}_t + 1,336929 \bar{y}_t^* + 0,006486 \bar{i}_t - 0,009062 \bar{i}_t^* + u_t$$

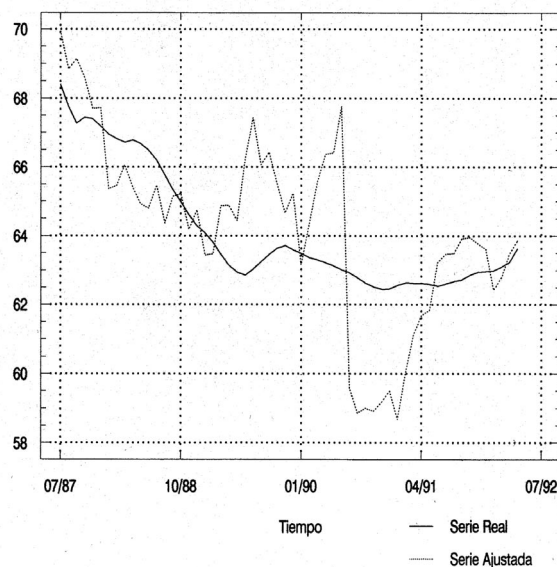
(3,0318)
(-2,6885)
(2,6885)
(0,8685)
(-0,7925)

R-SQ (Adj) = 0,9827

DurbWat = 1,948

En este caso aunque los signos de todos los coeficientes son consistentes con la especificación teórica del modelo, no obstante puede comprobarse que los coeficientes correspondientes a los tipos de interés interno y externo a largo plazo son muy pequeños y en consecuencia no presentan un adecuado nivel de significación. Del valor del estadístico de Durbin Watson se desprende que no existen síntomas de autocorrelación en los residuos del modelo.

La representación conjunta de las series real y ajustada de los tipos de cambio se representa en el siguiente gráfico:



De todo lo anteriormente expuesto así como también del aspecto que se desprende de este último gráfico, puede concluirse que el ajuste no parece tampoco ser excesivamente bueno.

### 7.3) Período 1992-1996

Por último para este período se obtuvo la siguiente estimación del comportamiento de los tipos de cambio a largo plazo:

$$\bar{s}_t = \underset{(26,5468)}{4,922861} + (m_t - m_t^*) - \underset{(-20,0922)}{4,627043} \bar{y}_t + \underset{(20,0922)}{4,014501} \bar{y}_t^* - \underset{(-7,7745)}{0,0155} \bar{i}_t - \underset{(-7,4087)}{0,024182} \bar{i}_t^* + u_t$$

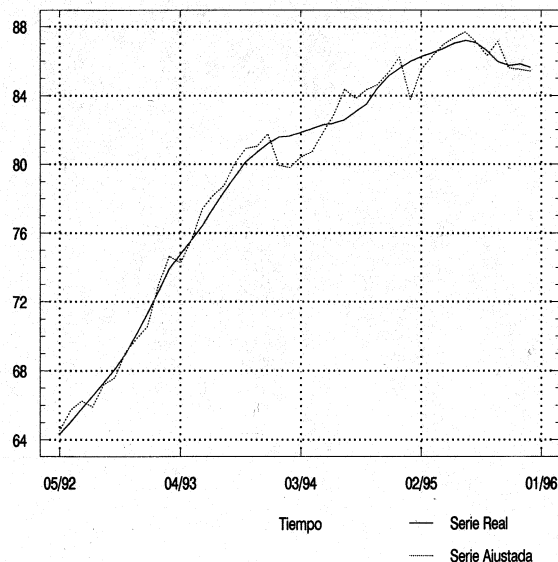
R-SQ (Adj) = 0,9996

DurbWat = 1,926

En este caso todos los coeficientes presentan buen nivel de significación aunque el signo del correspondiente al tipo de interés interno no es acorde con la especificación del modelo monetario. Del valor del estadístico de Durbin Watson se descartan posibles problemas de autocorrelación en los residuos del modelo.



La representación conjunta de las series real y ajustada de los tipos de cambio se representa en el siguiente gráfico:



En este caso aunque se aprecia que el ajuste es mucho mejor que en los casos previos, el no cumplimiento del signo correspondiente al tipo de interés interno hace que tampoco pueda considerarse al modelo monetario como suficientemente satisfactorio por lo que a la modelización del tipo de cambio a largo plazo se refiere.

## 6) BIBLIOGRAFIA

- § Boletín Económico y Estadístico. *Ed. Banco de España.*
- § Cuentas Financieras de la Economía Española. *Ed. Banco de España.*
- § GAMEZ AMIAN, C., Teoría Monetaria de los Tipos de Cambio. *Universidad de Málaga. Caja de Ahorros de Antequera.* 1985.
- § GAMEZ AMIAN, C y TORRES J.L., Teoría Monetaria Internacional. *Mc Graw Hill.* 1996.
- § BAJO, O. y SOSVILLA, S., Teorías del tipo de cambio: Una panorámica. *ICAE.* 1993.
- § NOVALES, A., Econometría. *Mc Graw Hill*
- BILSON, J.F., The monetary approach to the exchange rate: Some empirical evidence *Staff Papers I.M.F.* 1978.
- JOHNSTON, J. Métodos de econometría. *Vicens Universidad.* 1987.
- KRUGMAN, P.R. y OBSTFELD, M., Economía Internacional. Teoría y política. *Ed. McGraw Hill.* 1995.
- LEDESMA, F., NAVARRO, M., PEREZ, J. Y SOSVILLA, S., Paridad del poder adquisitivo: Una reconsideración. *FEDEA.* 1997.
- PEREZ, C., Análisis estadístico con STATGRAPHICS. Técnicas básicas. *Ed. ra-ma.* 1996.
- PEREZ, C., Econometría y análisis estadístico multivariable con STATGRAPHICS.

*Ed. ra-ma.* 1996.