

PROPUESTA DE ENDURECIMIENTO DEL ECU:

**VALORACION FINANCIERA E
IMPLICACIONES ECONOMICAS***

por

Luis A. Mañas Antón**

FEDEA

DOCUMENTO DE TRABAJO

91-11

Mayo, 1991

* Trabajo preparado para el debate FUNDES-FEDEA "España ante la Unión Económica y Monetaria Europea", y recogido en el libro número 4 de la colección Debates FEDEA. El autor agradece los comentarios y sugerencias de Vicente J. Fernández y Juan Pérez-Campanero.

** Director del Gabinete de Presidencia, REPSOL, S.A.

I. INTRODUCCION

Antes de fin de siglo, los europeos utilizaremos en nuestros pagos e ingresos una moneda única y común. Para llegar a esa meta, habrá tenido que recorrerse un camino tortuoso: ha tenido que haber fracasos en los setenta, como la "serpiente monetaria", que pretendía lograr un área de estabilidad monetaria intraeuropea en los turbulentos años que siguieron a la ruptura de los acuerdos cambiarios de Bretton Woods. Ha tenido que ir consolidándose en los ochenta el intento minimalista que fuera inicialmente el Sistema Monetario Europeo (SME), que carecía de una concreción institucional o jurídica que lo ligase al resto de la CEE¹. Finalmente, ha debido fructificar la propuesta de creación de un auténtico mercado único; lo que tiene como consecuencia lógica la eliminación de la principal barrera a los intercambios que todavía subsistiría: la utilización de monedas distintas con tipos de cambio fluctuantes.

Para llegar a la meta final de la unión monetaria, el informe Delors establecía tres etapas. En la etapa I, todas las divisas europeas debían integrarse en el mecanismo de cambios del SME dentro de la banda estrecha, se reforzaría la estructura del Comité de Gobernadores de Bancos Centrales y se prepararían las modificaciones necesarias en los tratados constitucionales de la CEE para plasmar jurídicamente la Unión Económica y Monetaria (UEM)².

La etapa I comenzó el 1 de julio de 1990, según había decidido el Consejo Europeo celebrado en Madrid en junio de 1989 y que cerraba el semestre de Presidencia española. Desde el comienzo se ha ido avanzando en el cumplimiento del contenido de esta etapa:

- La libra esterlina se integró en el mecanismo de cambios del SME en octubre de 1990 con una banda amplia del $\pm 6\%$. La peseta se había integrado ya en junio de 1989 en las mismas condiciones de banda

¹Véase Pérez-Campanero (1990) para una descripción clara y completa del funcionamiento del SME y de la naturaleza del ECU.

²El camino recorrido hasta ahora en la Unión Monetaria se encuentra muy bien resumido en Ministerio de Economía y Hacienda (1990).

amplia. Por otra parte, la lira había pasado en enero de 1990 de fluctuar dentro de una banda amplia del $\pm 6\%$, a hacerlo con una banda ordinaria del $\pm 2,25\%$.

- El Comité de Gobernadores ha potenciado su organización: se ha nombrado un Presidente (nombramiento que ha recaído en Karl Otto Pohl, el Presidente del Bundesbank); se han creado tres subcomités especializados (política monetaria, política cambiaria y supervisión bancaria); y se ha establecido un secretariado permanente y un equipo de apoyo de cinco economistas.
- La Conferencia Intergubernamental para la modificación de los Tratados comenzó sus reuniones el 14 de diciembre de 1990. Estas han llegado hasta la actualidad sin que se haya logrado un consenso, pero con numerosas propuestas sobre la mesa (incluyendo propuestas españolas sobre Unión Económica y Unión Monetaria) y un debate muy vivo y constructivo.

La etapa final de la UEM es la etapa III, en la que se fijarán irrevocablemente las paridades entre las monedas nacionales, sin margen de fluctuación alguno. Esto tendrá como corolario natural la adopción de una moneda única, que sustituya a las monedas nacionales, y la unificación de las políticas monetarias y cambiarias en una institución central comunitaria. Antes, sin embargo, debe producirse una etapa de transición, la etapa II, que el informe Delors describía con voluntaria oscuridad y en la que están centradas en la actualidad las discusiones.

Los principales puntos en discordia son los siguientes:

- a) Fortalecimiento del ECU: Redefinición del ECU para que pase a comportarse como una moneda fuerte, que no se deprecie en caso de realineamiento de las paridades centrales en el SME. Este fortalecimiento es parte central de las propuestas española y británica, es meramente aceptado como posibilidad en las propuestas alemana y holandesa (que

critican la posible circulación del ECU como moneda paralela) y es criticada por algunos como Bofinger (1990) o Leyva (1991a).

- b) Creación de un banco central europeo: La propuesta inglesa propugna la creación en la fase II del Fondo Monetario Europeo (FME). La propuesta española habla del Banco Central Europeo (BCE) y la Comisión, del "Eurofed". Alemanes y holandeses, sin embargo, piensan que la creación de una institución de ese tipo debe esperar a la fase III, basando principalmente su argumentación en la indivisibilidad de la responsabilidad de la política monetaria.
- c) Duración de la etapa II: La propuesta de la Comisión preconiza una etapa II breve para evitar la inestabilidad cambiaria y los conflictos de competencias que posiblemente se producirán en esa etapa. La otra postura extrema es la inglesa que no acepta todavía que el final del proceso en la etapa III sea tener una moneda única, "impuesta" coactivamente. La propuesta alemana plantea la fase II como un período largo en el que todos los países de la CEE se esfuercen en que sus economías converjan hacia los niveles de inflación, déficits presupuestarios y fortaleza del tipo de cambio de los países más disciplinados del SME. Asimismo, plantea la posibilidad de que el tránsito a la fase III se produzca a dos velocidades, necesitando los países acreditar un grado objetivo y suficiente de convergencia económica, independiente de la necesaria decisión política de incorporarse a la unión monetaria.

Como vemos, las posturas sobre cómo dotar de contenido la etapa II están todavía muy distantes, existiendo importantes diferencias conceptuales entre ellas. Por ello, creemos que es importante profundizar en el análisis de las implicaciones prácticas de cada una de ellas. Siguiendo esa dirección, el objetivo del trabajo que presentamos a continuación es examinar de una forma rigurosa uno de los puntos más oscuros y novedosos del debate reciente: el significado económico del fortalecimiento del ECU. En concreto, el trabajo se centrará inicialmente en la valoración como instrumento financiero del "ECU cesta-dura", propuesto por España.

Este análisis teórico es un requisito previo para pasar, a continuación, a valorar las consecuencias prácticas del resto de la propuesta española y compararla con otras propuestas, particularmente con la propuesta inglesa. La idea, por tanto, es que hay que entender bien que es económica y financieramente un "ECU duro" (propuesto por los ingleses) o un "ECU cesta-duro" para poder emitir juicios informados sobre el interés de su introducción o sobre la posible política monetaria a llevar a cabo por el Banco Central Europeo que lo emita. En nuestra opinión, hasta ahora el tema se ha dejado demasiado a la intuición económica (D.G. Tesoro, 1990; Leyva, 1991a, 1991b), lo que ha llevado en casos concretos a juicios erróneos (como en Bofinger, 1991, pp.5-6). Los resultados que hemos obtenido creemos que avalan esta postura, mostrando la necesidad de un análisis académico riguroso como base para valorar la validez de las propuestas institucionales.

A continuación, describimos el hilo conductor del artículo. Comenzamos, en la sección II, explicando los principales elementos de la propuesta española, deteniéndonos especialmente en el concepto de "ECU cesta-dura" (ECD) y las funciones monetarias del Banco Central Europeo (BCE). A continuación, pasamos a valorar financieramente el ECD desde la perspectiva de un banco comercial que lo emitiera en condiciones de competencia (o, equivalentemente, de un banco central con beneficio cero). Para ello, se plantea bajo supuestos simples el problema de maximización de un banco que tiene como variables de elección el tipo de interés y el tipo de cambio del ECD y, como objetivo, maximizar su beneficio con riesgo cero. Para cubrir el riesgo que supone la emisión de ECDs, el banco debe establecer una cobertura mediante la compra de una combinación adecuada de opciones. La solución del problema de maximización y la aplicación de la condición de beneficio cero, bajo el supuesto de competencia, nos permite llegar a una condición de equilibrio (por arbitraje) que relaciona el tipo de interés y el tipo de cambio del ECD con variables de mercado de las monedas integrantes de la cesta (tipos de interés y primas de opciones).

Tras solucionar salomónicamente la aparente indeterminación entre tipo de cambio y tipo de interés, llegamos a una expresión sencilla para este último en función de sólo tres variables, entre las que no están, por ejemplo, la proporción de las distintas monedas en la cesta. El paso siguiente es realizar la estática comparativa

del modelo: ver cómo varía el tipo de interés y tipo de cambio del ECD ante cambios en los parámetros. Tras analizar las líneas de generalización del modelo simple, pasaremos en la última sección a resumir los principales resultados obtenidos, sacar conclusiones sobre las implicaciones que tienen para el diseño de la etapa II y, finalmente, valorar el interés y alcance de la propuesta española.

II. PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA PROPUESTA ESPAÑOLA

La propuesta española que vamos a analizar fue presentada a la Conferencia Intergubernamental sobre la UEM en su reunión del 25 de enero de este año. Su contenido se enmarca dentro de la activa política activa española, en el campo de la Unión Monetaria, de servir de puente entre la postura inglesa y las posiciones del resto de los socios comunitarios. Esta política se vio reflejada ya en la anterior aportación española al debate, titulada "Unión Económica y Monetaria: Manteniendo el Rumbo" (septiembre de 1990). Esa iniciativa se vio premiada con un éxito político muy importante en el Consejo extraordinario de Roma (celebrado a finales de octubre de 1990), que apoyó muchas de las propuestas españolas. Por ejemplo:

- Fijación de la fecha de comienzo de la etapa II para el 1 de enero de 1994.
- Reforzamiento de la independencia de los bancos centrales y exclusión de la financiación monetaria de los déficits públicos durante la etapa I.
- Creación al inicio de la etapa II de una institución monetaria con funciones de coordinación de las políticas monetarias, supervisión de la evolución del ECU y preparación de la fase III.
- Fortalecimiento y desarrollo del ECU en la transición hasta la fase final de la unión económica y monetaria³.

³ Los acuerdos del Consejo de Roma incluían también la necesidad en la etapa I del progreso en la convergencia real y monetaria (apoyando las tesis alemanas) y la incorporación al mecanismo de cambios "del mayor número posible de países". También se establecía un plazo máximo de 3 años desde el inicio de la etapa II para la presentación de un informe sobre el funcionamiento de dicha etapa, que preparase la decisión relativa

La propuesta española presentada en enero, que lleva el título de "El ECU y el Sistema Europeo de Bancos Centrales durante la Segunda Fase", plantea un escenario institucional y funcional completo para la etapa II. El espíritu es el mismo de la propuesta anterior: servir de puente entre las posturas más dispares sobre el tema, haciéndolo además con gran habilidad política y técnica. A continuación, examinaremos los elementos de la propuesta que más atañen al objetivo de este trabajo, describiendo después someramente los restantes elementos y las diferencias principales con la propuesta inglesa.

La propuesta española establece que el valor oficial del ECU se seguirá definiendo sobre la base de una cesta que incluya cantidades determinadas de las doce monedas comunitarias. Por tanto, en la fase II el ECU no pasará a ser una moneda abstracta, como son actualmente las monedas nacionales (o será el propio ECU tras el final del proceso de la UEM).

El carácter de cesta no sólo afectará al valor oficial del ECU, sino que afectará a los mercados privados por cuanto "el BCE, al tipo de cambio de mercado que determine la composición de la cesta en cada momento, venderá (emitirá) y comprará (convertirá) los billetes, monedas y depósitos denominados en ECUs contra monedas de los países comunitarios". Por tanto, el BCE parece comprometerse a garantizar que el tipo de cambio de mercado del ECU se encuentre alineado con el tipo de cambio que se obtenga de valorar los componentes de la cesta. Este es un compromiso con consecuencias económicas muy importantes, como veremos más tarde.

El ECU propuesto difiere de la situación anterior en que estará basado en una "cesta dura", que se modificará en cada realineamiento de forma que el ECU mantenga fija su paridad bilateral central con todas aquellas monedas que no se devalúen. La forma en que se redefinirá la cesta no se especifica en la propuesta oficial. Caben ahí varias posibilidades, entre las que nosotros elegiremos para nuestro

al paso a la etapa III, "que se producirá en un plazo razonable" y en la que "la Comunidad tendrá una moneda única -un ECU fuerte y estable- que será la expresión de su identidad y de su unidad" (véase Ministerio de Economía y Hacienda, 1990, pp. 36-37).

análisis el suponer que se mantiene constante la proporción de cada moneda en el valor total del ECU, aumentando el número de unidades presentes en la cesta en caso de depreciación.

Un segundo elemento muy importante de la propuesta española es la función que asigna al Banco Central Europeo (BCE) de emitir pasivos oficiales en ECUs, tanto billetes y monedas como depósitos. La existencia de pasivos "oficiales" en ECUs supone un cambio fundamental en el mercado privado de esta moneda. Desde su nacimiento hasta la actualidad, no ha existido un medio de pago oficial en ECUs, ya que no había base monetaria expresada en esa moneda que tuviera un carácter liberatorio de deudas general y basado en un imperativo legal. El ECU privado ha venido funcionando, por tanto, como una moneda puramente bancaria⁴.

Vamos a ver en un ejemplo simple el mecanismo de creación de ECUs privados que ha prevalecido hasta ahora. Supongamos que un inversor español hace un depósito de 1 ECU en el banco X y que el tipo de cambio del ECU frente a la peseta es de 100 PTA/ECU. El inversor entrega 100 pesetas al banco y ve su cuenta en ECUs acreditada en un ECU. El banco ve sus activos aumentados en 100 pesetas y su pasivo, en un ECU. Contablemente, podremos representarlo así:

INVERSOR		BANCO X	
+ 1 ECU		+ 100 PTA	+ 1 ECU
- 100 PTA			

Esta situación no es estable, ya que el banco X está sometido al riesgo de una depreciación de la peseta frente al ECU. Para cubrir ese riesgo, el banco X podría a su vez comprar ECUs a otro banco, que podremos llamarle "banco privado creador de ECUs" (BPCE). Este banco, para cubrirse, procederá a invertir las 100 pesetas en

⁴Para referirnos al "ECU cesta-dura" vamos a usar simultáneamente las siglas ECD o ECU a lo largo del texto, salvo si esto pudiera inducir a confusión.

las distintas monedas constituyentes del ECU y en la misma proporción en que estas forman parte de la cesta⁵. Las cuentas de cada uno de los participantes quedarían así:

INVERSOR		BANCO X		BPCE	
+ 1 ECU		+ 1 ECU	+ 1 ECU	+ x DM	+ 1 ECU
- 100 PTA				+ y FF	
				+ z LIT	
				+ ...	

La aparición en escena del Banco Central Europeo (BCE) supondrá que este sea el creador de los pasivos (o activos) netos de ECUs en el sistema: el papel del "banco privado creador de ECUs" (BPCE), será tomado por el BCE. ¿Qué hará el BCE para cubrir su riesgo de cambio? La propuesta española establece un mecanismo de "swap automático" entre el BCE y los Bancos Centrales nacionales (BCN), por el cual aquel permutará todas sus tenencias de monedas nacionales por una posición acreedora en ECUs.

Es muy ilustrativo ver cómo quedan las distintas cuentas tras esta permuta:

INVERSOR		BCE		BCN	
+ 1 ECU		+ 1 ECU	+ 1 ECU		+ 1 ECU
- 100 PTA					- 100 PTA

⁵ Este proceso de creación de pasivos en ECUs y cobertura con inversión en monedas de la cesta se denomina "unbundling" (véase P.R. Allen, 1990, p.869).

El emisor final de los ECUs va a ser el banco central nacional, que simultáneamente ve reducida la base monetaria en moneda nacional en el mismo valor del pasivo en ECUs que emite. Por tanto, este proceso de sustitución de monedas iniciado por el inversor no lleva a la creación neta de base monetaria, sino al cambio de la composición de ésta (más ECUs, menos moneda nacional). Por otro lado, el BCE aparentemente actúa en todo este proceso como un mero intermediario o, como se dice en la propuesta española, como "una cuenta de sustitución que controlaría y facilitaría el proceso de sustitución de monedas".

La propuesta española asigna otras importantes funciones al BCE, que son menos relevantes para nuestro estudio. Entre ellas, están:

- a) La propuesta española califica como el "papel más importante" del BCE en la etapa II su función de coordinación de las políticas monetarias nacionales. Esta función se realizaría, "ex ante", mediante consultas previas y, "ex post", mediante una supervisión de la instrumentación de la política previamente establecida. También se establece que el BCE pueda realizar recomendaciones más generales de política económica, tales como la adecuación de una determinada combinación de política monetaria y fiscal.
- b) El BCE asumirá las competencias en materia monetaria que tenían anteriormente otras instancias comunitarias, como el FECOM (Fondo Europeo de Cooperación Monetaria) y el Comité de Gobernadores de Bancos Centrales.
- c) Dado que el BCE pasa a tener un papel central en el mercado privado del ECU, parece natural que el BCE sea quien coordine el sistema interbancario de compensación del ECU privado, actualmente tutelado por el Banco de Pagos Internacionales (BIS). Asimismo, el BCE será el banquero en ECUs de las instituciones comunitarias y de los gobiernos que así lo desearan.

- d) Se establece que el BCE pueda intervenir en los mercados en divisas como administrador ("trustee", en la versión inglesa) de los bancos centrales. Otra posibilidad que se apunta en este campo es la creación de un fondo "común" de reservas de carácter voluntario, para que el BCE asuma un papel principal en las intervenciones concertadas en los mercados de cambios.
- e) El BCE podrá ser autorizado también a actuar en ECUs por el lado del activo, prestando a corto plazo a los bancos comerciales con un límite muy estricto, que podría ser igual a su capital social. Este límite se basa en la preocupación de que esta actividad pudiera abrir la puerta a una fuente adicional de creación de dinero. Sin embargo, la propuesta española recalca que el objetivo de estas concesiones de créditos sería puramente funcional: contribuir a equilibrar el mercado del ECU cuando lo que exista sea una demanda neta de pasivos por parte de terceros.

Finalmente, antes de entrar en temas más técnicos, querríamos presentar brevemente la propuesta británica y los principales puntos en que ésta se diferencia de la española. La propuesta del Tesoro británico establece para la etapa II la creación del Fondo Monetario Europeo, una institución que tendría como actividad fundamental la emisión de una nueva moneda: el "ECU duro" ("hard-ECU"). Esta moneda tendría un carácter fiduciario y abstracto: no estaría definida, por tanto, como una cesta o mediante una relación de equivalencia con otras monedas europeas u otros activos (por ejemplo, el oro). Los países europeos permitirían la circulación del "ECU duro" en paralelo y en competencia con sus monedas nacionales.

El "ECU duro" (ED) formaría parte del mecanismo de cambios del SME. Su dureza provendría del compromiso del FME de que las paridades bilaterales centrales del ED no se depreciasen nunca, en caso de realineamiento. El riesgo de cambio que generaría este compromiso sería cubierto por la obligación que asumirían los bancos centrales nacionales de compensar al FME por las pérdidas de cambio que se deriven de las tenencias de sus monedas. No se explicita completamente la base de cálculo de las compensaciones: ¿depreciación sobre paridades centrales? ¿sobre coste real de adquisición para el FME?...

El principio en que se basa la propuesta británica es la deseabilidad de una evolución progresiva en la unión monetaria, basada en la competencia entre monedas y el "darwinismo" de la supervivencia de la más atractiva. Por otro lado, el reforzamiento del ECU y las compensaciones en caso de devaluación tratan de crear un mecanismo automático que incentive la disciplina monetaria y la convergencia de las políticas de los bancos centrales nacionales⁶.

A los efectos del tema principal de este trabajo, la valoración del "ECU cesta-dura" como instrumento financiero, la principal diferencia entre ED y ECD estriba en el carácter de moneda abstracta del primero, frente a la definición del ECD como cesta. Esta definición "oficial" como cesta es relevante porque sirve para anclar el tipo de cambio del ECD. En el momento en que la paridades se fijen irrevocablemente, está claro que el BCE intercambiará ECDs a cambio de moneda nacional en los términos que se deriven de valorar la cesta a los tipos de cambio fijos bilaterales. Hasta que llegue ese momento, la propuesta española parece asignar al BCE el papel de intercambiar el ECD por el valor de mercado del conjunto de monedas que constituyen la cesta. Por el contrario, el ED de la propuesta británica sería una moneda libremente fluctuante dentro de las reglas del mecanismo de cambios del SME. La otra diferencia importante a nuestros efectos es la posibilidad de una política autónoma por parte del FME, que podría llevar a procesos de competencia en tipos de interés (empujados por una política más restrictiva del FME que la de los demás bancos centrales) o, incluso, a revaluaciones unilaterales del ED frente a las demás monedas en caso de realineamiento.

Por otro lado, es evidente que ambas propuestas se basan en filosofías muy distintas. La propuesta británica plantea la unión monetaria como un proceso largo

⁶La incoherencia entre los principios ideológicos de la propuesta británica y su formulación concreta y/o consecuencias prácticas están muy bien analizadas por Bofinger (1990). Un argumento particularmente fuerte de Bofinger es que la ventaja del ED en la competencia entre monedas se basa en una subvención implícita artificial del ED por parte de los bancos centrales nacionales, al ofrecer gratis una opción al FME, en forma de compromiso de compensación de pérdidas de cambio. No parece muy consistente utilizar argumentos de competencia entre monedas, cuando se plantea subvencionar artificialmente una de ellas.

y progresivo en el que la lógica de la competencia lleve, por una ley inversa de Gresham, a que la moneda "buena" desplace a las "malas" como medio de pago y depósito de valor⁷. La propuesta española, por el contrario, trata de crear en la segunda fase las instituciones, prácticas y mercados necesarios para que una decisión política lleve a la plena unión monetaria, en la fase III.

III. VALORACION DEL ECD EN UN MODELO SIMPLE: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo de los dos próximas secciones es determinar las restricciones de arbitraje que la propia naturaleza financiera del ECD impone sobre su tipo de interés y su tipo de cambio. A continuación, describiremos el plan de trabajo para cubrir ese objetivo. Plantearemos el problema en un modelo simple con dos períodos y dos monedas dentro de la cesta. Dentro de ese modelo, analizaremos las condiciones de tipo de interés y tipo de cambio del ECD que ofrecería un banco comercial cualquiera con una función objetivo de maximización de beneficios con riesgo constante. El primer paso será, por tanto, obtener dicha función de beneficios, examinando los flujos de ingresos y pagos del banco y cómo se ven afectados por las variaciones de los tipos de cambio. Mostraremos que la cobertura de la posición inversora del banco con una combinación adecuada de opciones permite establecer la función de beneficios del banco bajo riesgo cero (beneficios constantes independientemente de la evolución del tipo de cambio). A continuación (sección IV), veremos como la maximización de la función de beneficios del banco con respecto a sus variables de decisión nos permite llegar a conclusiones muy interesantes sobre la política de inversión óptima del activo -en concreto, se obtiene que el BCE no está sujeto a ninguna restricción en su gestión del activo- y sobre los determinantes el tipo de cambio y tipo de interés del ECD. La sección finaliza discutiendo la forma en que se pueden generalizar los resultados, relajando los supuestos simplificadores iniciales.

a. Notación y supuestos

⁷Sobre las pocas posibilidades de que este proceso de sustitución de monedas ("currency substitution") tenga éxito, véase Bofinger (1990).

Entender la notación es la inversión más importante para poder seguir las derivaciones en este tipo de modelos. En nuestro modelo simple, va a haber 2 períodos ($t = 0, 1$), y 3 monedas: peseta (P), Deutsche Mark o marco (D) y ECD (E).

El ECD se define como una cesta de monedas que incluye W_j^t ($j = P, D$) unidades de las dos monedas constituyentes: es decir, W_P^t pesetas y W_D^t marcos. El tipo de cambio de mercado del período inicial ($t = 0$) de la peseta frente al ECD (en términos de pesetas por un ECD), se representaría como T_{PE}^0 . En general, el tipo de mercado en el período t entre la moneda h y la moneda j (expresado en unidades de h por unidad de j) se representará como T_{hj}^t . Si en lugar del tipo de mercado, es la paridad bilateral central en el SME, la denotaríamos análogamente como B_{hj}^t . Si denotamos el cociente entre paridades bilaterales entre $t = 0$ y $t = 1$ como R :

$$B_{PD}^1 / B_{PD}^0 = R \quad (1)$$

entonces el signo de los realineamientos vendría dado por:

*	$R > 1$	Depreciación de la peseta
*	$R = 1$	No ha habido realineamiento
*	$R < 1$	Depreciación del marco

Los tipos de interés de un depósito en la moneda j entre $t = 0$ y $t = 1$ se denotarán como i_j , donde $j = D, P, E$. Supondremos que $i_P > i_D$: la peseta es una moneda considerada más débil por el mercado. Finalmente, el valor en ECDs en el período t de una opción con precio de ejercicio ("strike") igual al tipo de cambio de mercado será C_t para una opción de compra marco/peseta, y V_t para una opción de venta peseta/marco. El valor de estas opciones, así como el tipo de interés de la peseta y el marco o el tipo de cambio entre estas dos monedas, vienen dados por sus respectivos mercados: son, por tanto, parámetros del problema de optimización del banco.

Además de la simplificación de considerar sólo dos monedas y dos períodos, vamos a considerar que en el momento inicial el tipo de cambio de mercado entre la peseta y el marco es igual al tipo de cambio bilateral central:

$$T_{PD}^0 = B_{PD}^0 \quad (2)$$

Esto, como veremos, no afecta sustancialmente a los resultados y simplifica considerablemente el álgebra. Por otro lado, vamos a suponer que no hay ningún banco que tome la responsabilidad de forma general de garantizar que el tipo de cambio del ECD sea igual al tipo derivado de valorar la cesta. Por tanto, en nuestro modelo permitiremos que el tipo de cambio del ECD cotice con una prima (o descuento), z , sobre su valor central:

$$T_{PE}^0 = (1+z) B_{PE}^0 \quad (3)$$

$$T_{DE}^0 = (1+z) B_{DE}^0 \quad (4)$$

En $t = 1$ suponemos que tiene lugar la tercera fase del proceso de unión monetaria, de forma que, a partir de ese momento, las paridades entre las tres monedas se mantienen fijas e iguales a su valor central:

$$T_{hj}^1 = B_{hj}^1 \quad h, j = P, D, E \quad (5)$$

El valor del ECD en $t = 1$ no tendrá ninguna prima o descuento sobre el valor de la cesta. Por tanto, el tipo de cambio del ECD frente a la peseta, por ejemplo, será igual a:

$$T_{PE}^1 = W_P^1 + W_D^1 B_{PD}^1 \quad (6)$$

La "dureza" de la cesta que compone el ECD implica que, en caso de realineamiento, se modifiquen las unidades de cada moneda que integran la cesta ,

W_j^1 . Esta modificación se debe realizar de forma que se mantenga estable el valor del ECD frente a la moneda que no se haya devaluado en el realineamiento. Entre las distintas posibilidades y sin afectar para nada a los resultados posteriores, vamos a suponer adicionalmente que la modificación mantiene el peso de cada moneda en el valor total de la cesta⁸. Esto implica que los cambios en la cesta serían:

$$\text{si } R > 1 \quad W_D^1 = W_D^0 \quad (7)$$

$$W_P^1 = R W_P^0$$

$$\text{si } R < 1 \quad W_D^1 = R W_D^0 \quad (8)$$

$$W_P^1 = W_P^0$$

b. Problema de maximización del banco con riesgo

Supongamos que un banco comercial cualquiera se plantea las condiciones que ofrecerá a un inversor que quiere constituir un depósito a plazo en ECD entre $t = 0$ y $t = 1$, entregando hoy moneda nacional equivalente a 1 ECD. Los flujos de caja que generará en $t = 1$ para el banco la constitución de este depósito serán los siguientes:

- Ingresos: El banco invertirá el ECD que recibe en $t = 0$ en activos financieros en pesetas y en marcos, en una proporción que tendrá que ser objeto de decisión: $h\%$ en pesetas y $(1 - h)\%$ en marcos. En $t = 1$, recibirá principal más intereses en la moneda en que se han realizado las inversiones. Por tanto, los ingresos expresados en ECDs serán:

⁸Esta es la forma en que implícitamente, se ha procedido hasta ahora. Ha habido recientemente, sin embargo, propuestas de penalizar a las monedas que se deprecian, mediante un mecanismo de reasignación de pesos que disminuya la proporción que esas monedas supongan en el ECU (por ejemplo, la propuesta de ECU congelado, véase Leyva, 1991b).

$$I = \left[h (1+i_p) (T_{PE}^0/T_{PE}^1) \right] + \left[(1-h) (1+i_o) (T_{DE}^0/T_{DE}^1) \right]^9 \quad (9)$$

- Pagos: El banco devolverá al inversor un ECD más los intereses devengados, $(1 + i_E)$.

Por tanto, el beneficio que obtendría el banco por ofrecer este depósito sería el siguiente (beneficio con riesgo, expresado en ECDs):

$$B (R > 1) = \left[h (1+i_p) (1+z) (1/R) \right] + \left[(1-h) (1+i_D) (1+z) \right] - (1+i_E) \quad (10)$$

$$B (R < 1) = \left[h (1+i_p) (1+z) \right] + \left[(1-h) (1+i_D) (1+z) R \right] - (1+i_E) \quad (11)$$

c. Cobertura con opciones y función de beneficio sin riesgo

De las expresiones anteriores se deduce que el rendimiento en términos de "ECUs cesta dura" de la inversión en pesetas decrece cuando la peseta se deprecia en un realineamiento y se mantiene constante cuando la peseta se revalúa. Exactamente al contrario ocurre con las inversiones en marcos. Este tipo de sensibilidad al tipo de cambio es, intuitivamente, un candidato claro a la cobertura con opciones. Evidentemente, las opciones naturales para este tipo de inversiones serían opciones peseta/ECD o marco/ECD. Sin embargo, dado que estamos tratando de definir la

⁹El valor del cociente de tipos de cambio depende del signo del realineamiento. Supongamos que se produjera una depreciación de la peseta. $(R \geq 1)$, tendríamos que:

$$T_{PE}^0/T_{PE}^1 = (B_{PE}^0/B_{DE}^1) (1+z) = (1/R) (1+z)$$

ya que:

$$B_{PE}^1 = W_P^1 + W_D^1 T_{PD}^1 = R W_P^0 + W_D^1 R T_{PD}^0$$

$$B_{PE}^1 = R B_{PE}^0$$

Para el marco:

$$T_{DE}^0/T_{DE}^1 = 1 + z$$

Si el realineamiento hubiera supuesto una depreciación del marco, tendríamos que:

$$T_{PE}^0/T_{PE}^1 = 1 + z$$

$$T_{DE}^0/T_{DE}^1 = R (1 + z)$$

naturaleza financiera del ECD, no podemos introducir lo definido en la definición. Por tanto, estamos restringidos a utilizar opciones marco/peseta.

A cambio del pago de una prima, una opción de compra (call) de marcos contra pesetas otorga a su comprador el derecho a recibir un marco a cambio de una cantidad fija de pesetas (precio de ejercicio o "strike") en el momento del vencimiento. ¿Cuándo se ejercerá una opción de compra marco/peseta?. Obviamente, cuando el precio de lo que se vaya a recibir, un marco, sea más alto en el mercado que el precio de ejercicio de la opción. A partir de ahora, vamos a denotar como C_t el precio (valor) en el momento t de una opción de compra con vencimiento en $t=1$ y precio de ejercicio B_{PD}^0 . El tenedor de una opción de compra de este tipo deseará que la peseta se deprecie en un realineamiento, $T_{PD}^1 > B_{PD}^0$, ya que el valor de esa opción en el momento de su vencimiento es (en ECDs):

$$\begin{aligned} C_1 &= (T_{PD}^1 - B_{PD}^0) T_{EP}^1 & \text{si } R > 1 \\ C_1 &= 0 & \text{si } R < 1 \end{aligned} \quad (12)$$

Denotaremos como V_1 el precio (valor) en el momento $t = 1$ de una opción de venta (put) con vencimiento en $t = 1$ y precio de ejercicio B_{PD}^0 . El tenedor de esta opción deseará que la peseta se aprecie, ya que su valor al vencimiento vendrá dado por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} V_1 &= 0 & \text{si } R > 1 \\ V_1 &= (B_{PD}^0 - T_{PD}^1) T_{EP}^1 & \text{si } R < 1 \end{aligned} \quad (13)$$

Reordenando las expresiones anteriores y operando, podemos escribir que:

$$\begin{aligned} R > 1 \quad C_1 &= [(R-1)/R] B_{PD}^0 \\ V_1 &= 0 \end{aligned} \quad (14)$$

$$R < 1 \quad C_1 = 0 \quad (15)$$

$$V_1 = (1-R) B_{ED}^0$$

La cobertura del beneficio utilizará las propiedades de estas dos opciones: cuando $R > 1$, las pérdidas en las inversiones en pesetas por depreciación del tipo de cambio se compensarán con las ganancias en las opciones de compra; cuando $R < 1$, se compensarán las pérdidas en las inversiones en marcos con las ganancias en las opciones de venta.

Las primas a pagar por las opciones, que denotaremos como C y V , son precios determinados en el mercado y por tanto, un parámetro en la decisión del banco. Estos dos precios no son independientes: están ligados por la "put-call parity" (Garman y Kohlhagen, 1983), que, en nuestro caso, se concreta en la siguiente expresión:

$$C = V + T_{ED}^0 [(1 + i_p)^{-1} - (1 + i_D)^{-1}] \quad (16)$$

El pago de las primas por las opciones se realiza en el momento inicial. Vamos a denotar el gasto total en opciones como G , que será la suma del coste de N_c opciones de compra y N_v opciones de venta:

$$G = N_c C + N_v V \quad (17)$$

Por tanto, el coste de la cobertura en opciones hace que no invirtamos un ECD, sino $(1-G)$ ECDs, de los cuales, el contravalor de $(1-G)h$ se invierte en pesetas y $(1-G)(1-h)$, en marcos. El número de opciones de compra y de venta y, con ello, el gasto en opciones G , se determinará de forma que las siguientes expresiones no dependan de R :

$$B(R > 1) = (1+z)(1-G)[h(1+i_p)(1/R) + (1-h)(1+i_D)] - (1+i_E) + N_c C + N_v V \quad (18)$$

$$B(R < 1) = (1+z)(1-G)[h(1+i_p) + (1-h)(1+i_D)R] - (1+i_E) + N_c C + N_v V$$

(19)

Para determinar N_C y N_V , como función de todos los parámetros y variables de decisión del problema, hay que aislar en las expresiones anteriores todos los elementos que dependen de R , sacar R como factor común e igualar a cero su multiplicando. De esa forma, se obtienen dos ecuaciones que nos permiten obtener las dos incógnitas, N_C y N_V . El álgebra de todo este proceso es muy tedioso, por lo que la desarrollamos separadamente en el Apéndice A (sección 1). En este apéndice se demuestra que:

$$N_C^* = \frac{h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0}{1 + h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0 C + (1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0 V} \quad (20)$$

$$N_V^* = \frac{(1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0}{1 + h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0 C + (1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0 V} \quad (21)$$

Por tanto, la inversión realizada por el banco en $t = 0$, que es igual a un ECD menos el gasto en opciones, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$1 - G = 1 - (N_C^* C + N_V^* V) \quad (22)$$

$$1 - G = [1 + h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0 C + (1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0 V]^{-1} \quad (23)$$

Para simplificar esta expresión denominaremos C_D y V_D a las primas de las opciones de compra y de venta, respectivamente, expresadas en marcos¹⁰. Reescribiendo $1-G$, tenemos que:

¹⁰ C_D y V_D serán iguales a:

$$C_D = T_{DE}^0 C = (1+z) B_{DE}^0 C \quad (26)$$

$$V_D = T_{DE}^0 V = (1+z) B_{DE}^0 V \quad (27)$$

$$1 - G(h) = [1 + h(1+i_p) C_D + (1-h)(1+i_D) V_D]^{-1} \quad (24)$$

Por tanto, el gasto en opciones G depende solamente de una de las tres variables de decisión, h : la proporción en que se invierten los activos en distintas monedas. Sustituyendo G en las ecuaciones (18) y (19), comprobamos que el beneficio sin riesgo tiene una expresión única, ya que por construcción es independiente del signo del realineamiento, R . Por tanto, la función de beneficio que el banco tratará de maximizar será la siguiente:

$$B(h, i_E, z) = (1+z) [1 - G(h)] [h(1+i_p) + (1-h)(1+i_D)] - (1+i_E) \quad (25)$$

IV. VALORACION FINANCIERA DEL ECD: RESULTADOS Y GENERALIZACION

a. Determinantes del tipo de interés y tipo de cambio.

La función de beneficio sin riesgo depende de tres variables de decisión del banco: composición del activo (h), tipo de interés del ECD (i_E) y prima sobre el tipo de cambio de la cesta (z). Vamos a centrarnos en la primera. Derivando en la expresión (23), se puede demostrar que el gasto en opciones aumenta cuanto mayor sea la inversión en pesetas. Sin embargo, como suponemos que $i_p > i_D$, sabemos también que la rentabilidad de la inversión en pesetas es mayor que la rentabilidad en marcos. Existe, por tanto, un "trade-off" entre invertir en la moneda más fuerte o más débil. ¿Cuál es la política óptima? La intuición de muchos es que, dado que el "ECU cesta-dura" se va a parecer mucho al marco, probablemente la política óptima sea invertir todo el resultado del depósito en marcos y cubrirlo con opciones, cuyas primas serán relativamente baratas. Otra posibilidad intuitiva sugeriría que la mejor política de inversión sería mantener las mismas proporciones que la cesta que compone el ECD.

El resultado que obtenemos, sin embargo, al tratar de optimizar $B(h, i_E, z)$ respecto de h , es que el beneficio sin riesgo no depende de la política de inversión del

activo: $B(h, i_E, z)$ no depende de h . La demostración se realiza en el Apéndice A (sección 2), donde se obtiene que la derivada de $B(h, i_E, z)$ con respecto a h es igual a cero, para cualquier valor de h : es decir, el beneficio, $B(h, i_E, z)$ es constante respecto a la política de inversión del activo adoptada. Como discutiremos más tarde, este es un resultado importante, ya que implica una plena libertad para el futuro banco central europeo en la gestión de su activo.

La función de beneficio, por consiguiente, depende solamente de dos variables de decisión, i_E y z . La dependencia es inversa: el beneficio será mayor cuanto menores sean tanto el tipo de interés pagado sobre el depósito en ECDs, i_E , como la prima sobre el tipo de cambio de la cesta, z .

La maximización de esta función de beneficio unitario con respecto a i_E y z llevaría a una indeterminación. Esta se rompe utilizando el supuesto de libre competencia en la oferta de ECUs y de depósitos, que implica que el beneficio de esta actividad de puro arbitraje debe ser igual a cero. Aplicando la condición de beneficio cero y operando, obtenemos la siguiente ecuación:

$$(1 + i_E)/(1 + z) = [1 - G(h)][h(1 + i_p) + (1 - h)(1 + i_p)] \quad (28)$$

La parte derecha de la ecuación no depende de h , ya que la función de beneficio tampoco lo hacía. Por tanto, podemos reescribirla para los dos casos extremos, inversión sólo en pesetas ($h=1$) o sólo en marcos ($h=0$):

$$(1 + i_E)/(1 + z) = [1 - G(1)](1 + i_p) = [1 - G(0)](1 + i_p) \quad (29)$$

La parte izquierda de la ecuación contiene nuestras dos incógnitas de interés, i_E y z . A falta de una condición adicional, nos encontramos aparentemente en una situación de indeterminación: la ecuación nos permite determinar el ratio pero no las dos variables por separado.

La indeterminación es muy interesante porque nos ayuda a profundizar en la naturaleza del ECU como moneda. El ECU privado actual (ECU cesta) es una moneda puramente bancaria, cuyo valor (tipo de cambio frente a las demás monedas)

se basa en el compromiso implícito de un grupo de bancos comerciales de intercambiar ECUs contra la entrega de la cesta, o al revés. Este compromiso implica, alternativamente, que los bancos están dispuestos a mantener el tipo de cambio entre la cesta y el ECU alrededor de la unidad (más o menos un cierto diferencial comprador/vendedor).

Es importante subrayar que este es un compromiso implícito: ningún banco se ha comprometido de forma pública y oficial a realizar esta función "in aeternum". También hay que enfatizar que es un compromiso implícito de agentes privados: ni la CEE, ni los bancos centrales comunitarios, ni ningún otro organismo oficial ha asumido la obligación de mantener una cierta paridad entre el ECU y la cesta. No hay, por otro lado, ninguna relación entre los ECUs privados y los ECUs públicos, emitidos por el FECOM a cambio del 20% de las reservas en oro y dólares de los bancos centrales europeos.

Estoy seguro de que a muchos les parecerá sorprendente esta relación tan tenue entre el "ECU cesta" y la cesta de monedas que lo define. Una relación tan tenue como la base en que se sustenta: la confianza en una especie de "contrato implícito colectivo". Este componente fiduciario (de fiducia = confianza) es mayor en el ECU que en las monedas nacionales. En éstas, los depósitos son redimibles en base monetaria y esta tiene ciertas prerrogativas legales (capacidad liberatoria de deudas, uso para el pago de impuestos, etc...), además de ser utilizada como medio de pago en transacciones reales (y no sólo en transacciones financieras, como el ECU).

Es importante tener claros estos conceptos, porque la pregunta de si el tipo de cambio del ECU se puede desviar significativamente del tipo de la cesta no es una pregunta académica: además de episodios pasajeros anteriores¹¹, se han venido observando en los últimos meses desviaciones mucho mayores de las habituales.

La ecuación (29) nos ayuda a entender la dinámica que tendrfa el ECD si se rompiera el anclaje con la cesta. La parte derecha se puede interpretar como la rentabilidad total del depósito en ECDs en términos de la moneda fuerte (que no se

¹¹. Véase Allen (1990, p. 869)

devaluó): igual al tipo de interés del ECD, menos la prima a la que cotizaba el ECD en $t = 0$ respecto de la cesta. La ecuación muestra que la rentabilidad total (interés más ganancia/pérdida de cambio) es constante. Una apreciación importante del ECD respecto del tipo de la cesta ($z > 0$) llevaría aparejada una reducción del tipo de interés ofrecido para el depósito¹²; por el contrario, una depreciación conllevaría un aumento del tipo de interés.

Una analogía que ayuda a entender esto es la de los bonos emitidos a un precio distinto de la par: un inversor se encontrará indiferente entre recibir un cupón del 10% en un bono emitido a la par, o recibir un cupón del 4% en un bono emitido al descuento (al 94,5% = $104/1.10$). Por la misma razón, un inversor se encontrará indiferente entre comprar ECDs al tipo de la cesta y recibir como cupón $[1 - G(1)](1 + i_p)$, o comprarlos con una prima del 1%, ($z=0,01$), y recibir como cupón: $1,01 [1 - G(1)](1 + i_p)$. El análogo de "la par", en el caso del ECD, es la condición terminal de que, tras la fijación de paridades, el valor del ECD es igual al valor de la cesta.

La ecuación (29) indica que existe una potencial indeterminación si se rompe el anclaje del ECD a la cesta. Pero también, reinterpretando la ecuación en sentido positivo, indica que la igualdad entre el tipo de cambio del ECD y el tipo de la cesta es uno de los posibles equilibrios. De hecho, este es el equilibrio relevante para valorar el ECD, ya que la propuesta española establece, como vimos, el compromiso oficial por parte del BCE de mantener la paridad entre ambos tipos. Aunque no fuera así, hay que darse cuenta de que el endurecimiento del ECU no aporta ningún elemento nuevo en el tema: no hay razones especiales para que el ECD se separe de su paridad de la cesta que no hubiera anteriormente. Por ello, no parece razonable añadir esta complicación en la determinación del tipo de interés del ECD, cuando no se hacía en el caso del ECU cesta tradicional¹³. Ambas razones legitiman,

¹². Esta correlación inversa parece haberse dado en estos últimos meses, aunque podría haber otras razones para explicarla.

¹³. Véanse Levich (1987), Klein y Müller (1990) o Allen (1990): en ningún caso se plantea la posibilidad de una crisis de confianza sobre el mantenimiento de la paridad entre el ECU y la cesta. En el caso del ECD hay un elemento adicional favorable al mantenimiento de la paridad, que no existía antes: el conocimiento de que en la fase III, al fijarse las paridades, convergerán necesariamente el tipo de cambio del ECD y el valor de la cesta. En contra de nuestra argumentación, véase Leyva (1991b).

por tanto, el supuesto, que vamos a utilizar de aquí en adelante, de que la prima sea igual a cero, $z=0$.

Utilizando este supuesto, el tipo de interés del ECD será igual a:

$$1 + i_E = [1 - G(1)](1 + i_p) = [1 - G(0)](1 + i_p) \quad (30)$$

que, sustituyendo G por su valor, se puede reescribir como:

$$1 + i_E = \frac{1 + i_p}{1 + (1 + i_p) C_D} = \frac{1 + i_D}{1 + (1 + i_D) V_D} \quad (31)$$

De estas expresiones se derivan varias conclusiones muy importantes. La primera es que hemos conseguido demostrar, dentro del modelo simple planteado, que el "ECU cesta-duro" es un activo sintético, cuya rentabilidad es función de variables observables en el mercado, como tipos de interés o primas de opciones entre las divisas de la cesta. Por tanto, el ECD no es una nueva moneda, o una moneda "original", sino un instrumento financiero que hoy mismo podría ser ofrecido por cualquier banco comercial sofisticado. De hecho, existen en el mercado productos análogos al ECD en cuanto a las dos características de ser una cesta y de su dureza, por ejemplo, determinados bonos multidisas con opción de elegir "ex post" la divisa de cobro (ver Barone y Bucci, 1991).

La segunda conclusión es que el ECD, en virtud de su definición, se constituye como una moneda más fuerte que cualquiera de las que integran la cesta. Esto se manifiesta en que el tipo de interés del ECD es menor que el tipo de cualquiera de esas monedas. Contra lo que parece entenderse en el enunciado de la propuesta española, el tipo de interés del ECD no es una media de los tipos de interés de las monedas en la cesta menos un "elemento de opción"; sino que es igual al tipo de interés de la moneda europea más fuerte, menos un elemento de opción. En nuestro modelo, este sería igual, aproximadamente a un $G(0)\%$ del tipo del marco, i_D .

b. Estática comparativa

Antes de derivar otros interesantes resultados, vamos a redefinir las ecuaciones (30) y (31) en términos de tipos de interés de capitalización continua¹⁴, lo que facilitará notablemente el álgebra y simplificará las expresiones finales. Aunque pueda llevar a confusión, creemos que es más sencillo mantener la notación anterior para los tipos de interés, i_j , que adoptar una nueva notación. Teniendo esto en cuenta, la ecuación (30) pasará entonces a escribirse como:

$$\exp(i_E) = [1 - G(1)] \exp(i_P) = [1 - G(0)] \exp(i_D) \quad (32)$$

que, tomando logaritmos neperianos nos permite obtener una expresión más sencilla para i_E :

$$i_E = i_P + \ln [1 - G(1)] = i_D + \ln [1 - G(0)] \quad (33)$$

El término de opción es, por lo tanto, igual a $\ln[1 - G(1)]$, en el caso de la peseta, y de $\ln[1 - G(0)]$, en el caso del marco. Recordemos que ambas expresiones son negativas, ya que se trata de logaritmos de un valor menor que uno. Sustituyendo $1 - G$ por su valor, tendríamos la ecuación (31) reescrita para tipos de capitalización continua:

$$i_E = i_P - \ln[1 + C_D \exp(i_P)] = i_D - \ln[1 + V_D \exp(i_D)] \quad (34)$$

Nuestro objetivo ahora es realizar un análisis de estática comparativa, que nos indique cómo se ve afectado el tipo de interés del ECD ante cambios en los parámetros del mercado, tales como los tipos de interés de las monedas de la cesta u otros parámetros propios de las opciones.

¹⁴. El resultado de invertir una unidad monetaria a un tipo de interés de capitalización continua, i_j ($j = E, P, D$), es de $\exp(i_j t)$, donde $\exp(x)$ es la función exponencial, e^x . Para redefinir cualquier expresión anterior de tipos de interés de capitalización simple a tipos de capitalización continua, sólo hay que sustituir los términos $(1 + i_j)$, por $\exp(i_j)$.

Respecto de las opciones, sabemos que, bajo los supuestos del modelo Black-Scholes, estas son como el ECD un activo derivado, cuyo precio se obtiene mediante argumentos de arbitraje a partir de variables observables en el mercado¹⁵. La idea pionera de Black y Scholes (1973) fue adaptada a las opciones sobre divisas por varios autores simultánea e independientemente (por ejemplo, Garman y Kohlhagen, 1983; Grabbe, 1983). Aplicando sus resultados a las opciones de compra y de venta C_D y V_D , tendríamos (ver Apéndice, sección 3)¹⁶:

$$C_D = \exp(i_D) N(d + \sigma) - \exp(i_p) N(d) \quad (35)$$

$$V_D = \exp(i_p) N(-d) - \exp(i_D) N(-d + \sigma) \quad (36)$$

donde σ es la volatilidad del tipo de cambio peseta/marco (desviación típica de las variaciones porcentuales del tipo de cambio), $N(x)$ es la función de distribución normal (función de densidad de probabilidad acumulada entre $-\infty$ y x), y d es igual a:

$$d = \sigma^{-1} (i_p - i_D) - (1/2)\sigma \quad (37)$$

Sustituyendo los valores de C_D y V_D en la ecuación (34) y operando, obtenemos (ver Apéndice, sección 4):

$$i_E = -\ln [\exp(-i_D) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)] \quad (38)$$

¹⁵. Véase Mañas (1988).

¹⁶. Como es bien sabido, el modelo Black-Scholes es ampliamente utilizado en la práctica por parte de los intermediarios financieros para establecer sus cotizaciones de primas de opciones. Tanto es así que, entre brokers, las opciones se cotizan en términos de volatilidad (uno de los inputs que entran en la fórmula de Black-Scholes). Véase la evidencia empírica sobre la relación entre precios de mercado y precios basados en la fórmula de Black-Scholes en Hsieh y Mañas (1986) y Bodurtha y Courtadon (1986). No hay (que conozcamos) estudios específicos sobre la valoración de opciones entre monedas bajo restricciones similares a las del SME. Un punto de partida para ese análisis podría ser Roma (1990).

$$\text{donde } d + \sigma = \sigma^{-1} (i_p - i_D) + 0,5\sigma \quad (39)$$

$$-d = \sigma^{-1} (i_p - i_D) + 0,5\sigma \quad (40)$$

Esta expresión nos muestra que el tipo de interés del ECD depende de sólo 3 variables, todas ellas inmediatamente identificables en el mercado: el tipo de interés del marco, i_D ; el tipo de interés de la peseta, i_p ; y la volatilidad implícita en las opciones, σ . Esta volatilidad implícita es una estimación del mercado de la desviación típica "ex ante" de las variaciones porcentuales del tipo de cambio peseta/marco: es decir, una estimación del mercado de la variabilidad esperada en ese tipo de cambio bilateral.

Es fácil demostrar que el tipo de interés del ECD depende inversamente de la volatilidad¹⁷: cuando mayor sea ésta, menor será el tipo de interés del ECD. La intuición económica es muy sencilla: cuanto mayor es la volatilidad, más valioso es el elemento de opción incluido en el ECD y, por tanto, menor es la rentabilidad que hay que ofrecer en ECDs en forma de tipo de interés. El signo negativo del efecto es particularmente claro en el caso especial en que los tipos de interés i_p e i_D sean iguales:

$$i_E = i - \ln [2N(\sigma/2)]^{18} \quad (41)$$

La estática comparativa respecto a i_D e i_p es bastante más árdua algebraicamente, por lo que las siguientes expresiones se demuestran en el Apéndice:

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_D} = \frac{\exp(-i_D) N(d + \sigma)}{\exp(-i_D) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)} > 0 \quad (42)$$

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_p} = \frac{\exp(-i_p) N(-d)}{\exp(-i_D) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)} > 0 \quad (43)$$

¹⁷. Como la volatilidad afecta positivamente al valor de C_D o V_D , está claro a partir de la ecuación (31) que afecta negativamente a i_E .

¹⁸. Nótese que $N(\sigma/2) > 0,5$ y, por tanto, $\ln [2 N(\sigma/2)] > 0$

Por tanto, vemos que el efecto de la subida de uno de los tipos de interés de la cesta es positivo, pero menor que uno. El efecto será mayor en el caso de la subida del tipo de interés más bajo, es decir, en el caso de subida del tipo de interés de la moneda más fuerte¹⁹. Por otro lado, el efecto de una subida coordinada de tipos ($di_p = di_D$) es una subida en el tipo de interés del ECD con el mismo valor absoluto:

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_p} + \frac{\partial i_E}{\partial i_D} = 1$$

Finalmente, habría que hacer hincapié en un resultado que probablemente haya pasado inadvertido. Cuando hemos dicho que el tipo de interés del ECD dependía sólo de tres variables, probablemente no hemos caído en la cuenta de que la composición de la cesta no es una de ellas. Un resultado sorprendente del análisis anterior es, por tanto, que el tipo de interés del ECD está totalmente desligado de las proporciones en que entran las distintas monedas en la cesta. En consecuencia, lo importante para la determinación del tipo de interés es el conjunto de monedas presentes en la cesta; la proporción en que éstas entran en la cesta es completamente irrelevante.

¿Cuál es la intuición económica detrás de este resultado? Para entenderlo, hay que tener en cuenta que, en $t = 1$, el ECD mantiene su tipo de cambio constante frente a la moneda que ha resultado más fuerte "ex post" (que se ha revaluado). Tener ECDs es equivalente a haber tenido la moneda más fuerte de la cesta y esto es independiente de la participación que tenga dicha moneda en el valor de la cesta: el único requisito es que la moneda pertenezca a la cesta.

b. Líneas de generalización del modelo

¹⁹. Es fácil demostrar que si $i_p > i_D$, $\exp(-i_D) N(d + \sigma) > \exp(-i_p) N(-d)$. Por otro lado, hay que darse cuenta de que el efecto es no lineal, ya que, en ningún caso, puede ocurrir que $i_E > i_D$ o i_p .

Es mucho lo que se ha obtenido hasta aquí, pero también hay que ser consciente de la simplicidad del modelo utilizado. No vamos a desarrollar en el seno de este trabajo la generalización de los resultados para supuestos más realistas. Esto lo vamos a realizar en un trabajo más técnico que se encuentra en preparación. Queremos, sin embargo, indicar los principales supuestos a relajar y las líneas que se seguirían para la generalización de los resultados:

- Igualdad en $t = 0$ entre el tipo de cambio de mercado y el tipo de cambio central (peseta/marco): Este es un supuesto que nos permitía simplificar notablemente la notación y que no tienen consecuencias importantes en los resultados. La generalización se realiza simplemente replicando todo el álgebra de la maximización de beneficio del banco por arbitraje, teniendo en cuenta que el tipo de cambio bilateral,

T_{pD}^0 es igual a $(1 + R) B_{pD}^0$, donde R refleja la desviación del tipo de mercado

de la peseta/marco frente al tipo central de la parrilla de paridades. Si denominamos la desviación del tipo de cambio del ECD como:

$$1 + R_D = T_{DE}^0 / B_{pE}^0$$

$$1 + R_p = T_{pE}^0 / B_{pE}^0$$

$$1 + R = T_{pD}^0 / B_{pD}^0 = (1 + R_D) / (1 + R_p)$$

es fácil demostrar que el tipo de interés del ECD es igual a:

$$1 + i_E = \frac{1 + i_p'}{1 + (1 + i_p') B_{DE}^0 C} = \frac{1 + i_D'}{1 + (1 + i_D') B_{DE}^0 V^0}$$

donde:

$$1 + i_p' = (1 + i_p) / (1 + R_p)$$

$$1 + i_D' = (1 + i_D) (1 + R_D)$$

- Tiempo continuo: El modelo simple se limitaba a considerar dos periodos: el presente y el momento ($t = 1$) en que tuviera lugar la unión monetaria plena. Por tanto, las fórmulas que hemos derivado para el tipo de interés del ECD son válidas para determinar el tipo que debería regir, por razones de arbitraje, para un depósito entre hoy y el momento, conocido con certeza, del comienzo de la etapa III. Falta, por tanto derivar el tipo de interés entre el momento actual, cualquier momento intermedio t , $0 \leq t \leq 1$.

La línea a seguir en la generalización a tiempo continuo parte en primer lugar del concepto de FRA ("forward rate agreement") o tipo que se ofrece hoy para un depósito a realizar entre dos momentos futuros. El segundo elemento es que la fórmula que hemos derivado es válida también, por razonar obvias, para determinar el tipo que se ofrecerá en cualquier momento t , $0 \leq t \leq 1$, para un depósito que vaya desde ahí hasta $t = 1$. Poniendo juntos los dos elementos, se trata de derivar el tipo de interés que estaríamos dispuestos a ofrecer hoy por un depósito en ECD que comenzaría en t , $0 \leq t \leq 1$, y terminaría en $t = 1$; es decir, que se trata de derivar el FRA del ECD entre $(t,1)$, a partir de las FRAs de las monedas de la cesta. Una vez obtenido este FRA (lo cual es complicado por las relaciones de "feedback" que existen entre la inversión y el gasto en opciones), derivar el tipo del ECD para el período $(0,t)$ se hace por argumentos habituales de arbitraje (encadenamiento de depósitos).

- Cesta con 12 monedas: La generalización del modelo a 12 monedas es bastante complicada porque hay un cambio cualitativo importante con respecto al caso analizado de cesta con sólo dos monedas. Este cambio cualitativo estriba en que la cobertura del riesgo de cambio no se puede realizar con un paquete de opciones ordinarias, como las que se intercambian habitualmente en los mercados, sino que se necesita un tipo de opción compleja, llamada "opción sobre el máximo".

La valoración ("pricing") de este tipo de opción es relativamente compleja, por lo que no ha sido perfectamente resuelta en la literatura teórica hasta hace relativamente poco tiempo. Stulz (1982) fue el primero en analizar la valoración de opciones de este tipo, aunque para el caso simple del valor máximo de sólo dos

activos. La generalización al caso de n activos fue realizada por Johnson (1987) mediante la hábil utilización de un argumento de Margrabe (1978); finalmente, Barone y Bucci (1991) han aplicado la solución derivada por Johnson al caso concreto de opciones sobre el máximo del tipo de cambio de varias divisas, realizando un análisis de simulación tomando como base la lira italiana.

La aplicación de estos conceptos al caso del ECD es bastante directa y conceptualmente sencilla, aunque el álgebra se hace extraordinariamente complicada. Como se demostrará en el trabajo que estamos preparando, la mayor parte de los resultados obtenidos para el caso de 2 monedas se generalizan para el caso más realista de 12 monedas en tiempo continuo. Sin embargo, de momento y a efectos de este trabajo, los resultados del modelo simple se deberán tomar como hipótesis plausibles intuitivamente. Por tanto, las conclusiones que se derivan, a continuación, deben verse como contingentes sobre la validez de la generalización de los resultados del caso de dos monedas al caso más realista de una cesta con 12 monedas.

V. CONCLUSIONES: RESULTADOS, IMPLICACIONES Y VALORACION DE LA PROPUESTA ESPAÑOLA

Vamos a repasar brevemente los principales resultados obtenidos en el seno nuestro modelo simple:

1. ECD es un activo sintético: Los activos en ECD no son activos en una nueva moneda, no son "originales", sino activos sintéticos, equivalentes a una cesta de activos análogos en otras monedas y de opciones. Su valoración se puede realizar, por consiguiente, de forma exacta mediante la utilización de argumentos de arbitraje.

2. Principio de irrelevancia de la política de activo: La cobertura ("hedge") que debe tomar el emisor de instrumentos financieros (activos o pasivos) en ECD no es única, sino que puede consistir en cualquier combinación de instrumentos (activos o pasivos), expresados en monedas de la cesta, y del número y tipo adecuado de opciones. Esto quiere decir que la estructura del activo es irrelevante: todas las

combinaciones de monedas de la cesta generan el mismo beneficio sin riesgo. Esto va contra la intuición de algunos, que esperarían que existiera una estructura de activo óptima única (bien con iguales proporciones que la cesta, bien sesgada hacia las monedas más fuertes).

3. ECD es un ECU cesta (en cuanto al tipo de cambio): Uno de los equilibrios posibles para el tipo de cambio del ECD es que sea igual al de la cesta que lo define. De hecho, hemos argumentado que este es el equilibrio relevante: primero, porque el Banco Central Europeo, de acuerdo con la propuesta española, va a comprometerse a mantener esa paridad; segundo, y más importante, porque las razones para que ese sea el equilibrio son exactamente las mismas que las que había para el caso del ECU cesta tradicional.

4. ECD es la moneda más "dura": El tipo de interés del ECD es inferior al tipo de la moneda más fuerte o "dura" de la cesta, aquella que tiene el tipo de interés más bajo. Frente a lo que la intuición nos indicaría, el tipo de interés del ECD no es en absoluto interpretable como una media ponderada de los tipos de interés de la cesta.

5. Principio de irrelevancia de la composición de la cesta: Utilizando la fórmula de Black-Scholes, se demuestra que el tipo de interés del ECD depende sola y exclusivamente de tres variables: tipo de interés del marco, tipo de interés de la peseta, y volatilidad del tipo de cambio peseta/marco. En particular, la composición de la cesta (proporción de cada moneda en el valor de la cesta) es completamente irrelevante a efectos de determinar el tipo de interés del ECD.

6. Estática comparativa: El tipo de interés del ECD depende inversamente de la volatilidad del tipo de cambio: "ceteris paribus", cuanto mayor sea la volatilidad, menor será el tipo de interés del ECD. El tipo de interés del ECD depende positivamente de los tipos de las monedas de la cesta. La derivada, sin embargo, es menor que uno: una subida de un punto porcentual en el tipo de una de las monedas lleva a un crecimiento del tipo del ECD menor del punto porcentual. Una subida o bajada coordinada de tipos en todas las monedas lleva a una subida o bajada en la misma cantidad en el tipo del ECD.

La valoración financiera del ECD que hemos realizado tiene consecuencias importantes para el diseño de las actividades a realizar por el Banco Central Europeo. El resultado que tiene más trascendencia a estos efectos es la caracterización del ECD como un activo sintético. Esto implica que el BCE es un ofertante de ECDs que actúa en competencia con otros agentes (fundamentalmente, intermediarios financieros), que pueden tratar de arbitrar contra él. El hecho de que existan posibilidades de arbitraje sin riesgo parece traer como consecuencia que la política monetaria del BCE (en cuanto política de tipo de interés) tenga pocos grados de independencia.

En efecto, si el BCE tuviera que cubrir su riesgo de cambio, derivado de la emisión de pasivos en ECD, en condiciones de mercado, tendría que hacerlo bajo condiciones similares a las que se enfrentarían otros intermediarios financieros. Por tanto, no podría ofrecer tipos muy distintos a los que éstos podrían lograr sintetizando el ECD, a no ser que estuviera dispuesto a afrontar las pérdidas que esto le supondría. Esta alternativa no sería claramente un equilibrio sostenible como política estable.

Sin embargo, en el caso concreto de la propuesta española existen ciertas posibilidades potenciales de una política autónoma del BCE como consecuencia del mecanismo de "swap automático" de sus posiciones con los bancos centrales nacionales. Falta definir cómo se establecerían las condiciones del swap, pero probablemente se piense que el BCE pueda traspasar su posición en las mismas condiciones en que la ha tomado. Bajo esta alternativa, el BCE podría establecer condiciones para sus pasivos en ECD "fuera de mercado", que serían automáticamente asumidas por los bancos centrales nacionales, siendo, por consiguiente, éstos los que sufrirían las consecuencias del "mispricing".

Analicemos las posibilidades concretas de política monetaria activista del BCE. Supongamos que el BCE lleva a cabo periódicamente emisiones de ECDs a X días, contra la entrega de monedas nacionales al tipo de cambio de la cesta. El BCE tiene que fijar la cantidad de ECDs a emitir y el tipo i_E que ofrece. Caben dos posibilidades extremas en el procedimiento de emisión:

- El BCE fija la cantidad de ECDs a emitir y los bancos pujan por ella en términos de tipos de interés

- El BCE fija el tipo de interés y acepta todas las peticiones a ese tipo.

La primera alternativa no permite una política activista: el BCE se limita a aceptar el tipo de mercado resultante de la subasta. En caso de que las peticiones se concentraran a un tipo determinado (lo cual sería normal para un activo, sintético), habría que arbitrar algún sistema de racionamientos. Esto choca un poco con la concepción subyacente en la propuesta española de no poner límites al proceso de sustitución de monedas, siempre que éste no se deba a procesos especulativos puntuales derivados de políticas económicas inadecuadas en alguno de los países²⁰.

La segunda alternativa, aceptación de todas las peticiones a un tipo de interés prefijado, permite una política activista en el caso de que el BCE sitúe ese tipo de interés en niveles "fuera de mercado". Las posibilidades, sin embargo, son asimétricas. Si el BCE sitúa el tipo de interés por debajo del tipo sintético, ecuación (34), entonces los bancos no realizarán solicitudes al BCE (preferirán crear los ECDs ellos mismos) y, por tanto, la subasta se quedará desierta. Si el BCE sitúa el tipo de interés por encima del tipo sintético, entonces los bancos se lanzarán a hacer solicitudes de ECDs. Esto presionará al alza los tipos de interés de los activos en monedas de la cesta.

Veamos más despacio este mecanismo de influencia sobre los tipos nacionales. Supongamos, por ejemplo, que el tipo ofrecido por el BCE es igual al tipo de la moneda más fuerte del sistema, i_D . Los inversores claramente preferirían situar sus fondos en ECD en lugar de en DM: obtienen el mismo tipo de interés y reciben el "elemento de opción" (que podrían vender). Esto no es una situación de equilibrio. Si los bancos quieren mantener los depósitos en DM, deberán ofrecer tipos de interés más altos en esa moneda. El banco central (como fuente de liquidez final) deberá

²⁰. La propuesta española establece varios umbrales en las tenencias del BCE en monedas nacionales. Superado el primer umbral, se impondría una penalización a los "swaps" adicionales. En una segunda etapa se requeriría la recompra por el Banco Central nacional de su moneda contra divisas fuertes; si se superase el tercer umbral, esto llevaría a que el BCE no estuviera dispuesto a emitir ECDs contra esa moneda ("suspensión de la convertibilidad oficial"). Se establece también que los umbrales se definan de forma objetiva y "suficientemente flexible como para permitir un proceso «natural» y no patológico de sustitución de monedas".

validar esta presión alcista, subiendo sus tipos. De no hacerlo, se produciría una rápida salida de capitales que comportaría un cambio repentino en su balance: disminuiría repentinamente la base monetaria en moneda nacional, aumentando los pasivos en ECU (generados vía swap) con el BCE. Aquellos que tomaran una posición larga en ECD/corta en DM, y vendieran la opción implícita, obtendrían un beneficio sin riesgo a costa del banco central nacional (que obtendría, simétricamente, una pérdida al ofrecer gratis la opción).

Por tanto, el BCE puede forzar a los bancos centrales nacionales a endurecer sus políticas monetarias por el mecanismo anterior. Sin embargo, no puede estimularles a un relajamiento por la propia naturaleza y definición del pasivo que emite, el ECD. La propuesta española, sin embargo, establece como principio durante la etapa II el respeto a la "soberanía monetaria nacional". De acuerdo con el análisis anterior, esto implica que en sus emisiones de pasivos el BCE deberá plegarse a las condiciones de mercado: bien dejando que éste dicte directamente los tipos, bien fijando sus tipos de emisión con exquisito cuidado, para que no se violen las condiciones de arbitraje, dados los tipos de interés y volatilidades cotizados en el mercado.

Otra pregunta interesante, que los resultados obtenidos contribuyen a responder, es si el reforzamiento del ECU tiene un efecto colateral de disciplina sobre las políticas monetarias nacionales. La respuesta es positiva: el mecanismo de creación de ECDs que se establecería bajo la propuesta española contribuye a disciplinar las políticas monetarias nacionales al imponer costes importantes y adicionales a la depreciación en un realineamiento (y, simétricamente, genera beneficios por mantener la moneda más estable de lo que espera el mercado).

El incentivo al aplicar una política monetaria más estricta proviene del mecanismo de "swap automático" instituido para descargar de riesgo de cambio el balance del BCE. Los "swaps" producen un incremento en los pasivos del banco central nacional en divisas y un aumento de los activos denominados en su propia moneda: en los términos que usaría un "trader", el "swap" le genera al banco una posición corta en divisas/larga en moneda nacional, que se ve afectada favorablemente por una apreciación de la moneda. Por tanto, los resultados del banco central nacional

se resentirán más por una depreciación, cuanto mayores sean sus pasivos en ECD con el Banco Central Europeo²¹.

Los resultados obtenidos tienen muchas otras implicaciones de política económica en las que, por razones de espacio y de tiempo, no vamos a entrar aquí. No querríamos terminar, sin embargo, sin valorar brevemente los méritos de la propuesta española de convergencia en la etapa II hacia la Unión Monetaria. En nuestra opinión, la propuesta española es un documento político y económico de primera magnitud, que constituye una contribución muy positiva al debate por las siguientes razones:

1º.- Sintetiza hábil y diplomáticamente elementos de las posturas enfrentadas: toma la idea de Tietmeyer (Bundesbank) del "ECU-cesta duro" y la mezcla con ingredientes de sustitución de monedas, afines a la propuesta británica.

2º.- El carácter de cesta del ECD permite mantener una continuidad con el pasado: hay una reforma cualitativa del ECU y de su mercado, pero no una "ruptura". Por otro lado, como hemos visto, el tipo de cambio del ECD va a poder anclar su valor, en situación de equilibrio, al valor de mercado de la cesta.

3º.- El ECD pasa a ser, por construcción, la moneda más dura de la cesta, colmando así las aspiraciones de aquellos que no desean ver su moneda sustituida por otra de menor fortaleza.

4º.- Crea una institución, el Banco Central Europeo, con funciones definidas y significativas, aunque manteniendo como principio la soberanía monetaria de los bancos centrales nacionales en la etapa II.

²¹. Los términos del "swap" vienen dados por el tipo "forward" (a plazo), que se obtiene a partir del diferencial de intereses entre la moneda nacional y el ECD. Si el banco central nacional mantiene una política monetaria más estricta de la esperada por el mercado, lo que supone una depreciación de su moneda menor que la expectativa reflejada en el tipo "forward", se verá beneficiado en las posiciones tomadas como consecuencia del "swap automático" con el BCE.

5°.- La transición a la fase III se ve muy facilitada por el rodaje previo de un banco central con funciones que guardan cierta similitud con las que tendrá que asumir en dicha fase.

APENDICE A

1. Determinación del número de opciones para la cobertura del beneficio

Vamos a determinar el número de opciones de compra y de venta, N_c y N_v , necesario para una cobertura perfecta de los beneficios.

$$B(R > 1) = (1+z) (1-G) [h (1+i_p) (1/R) + (1-h) (1+i_D)] - (1+i_E) + N_c C_1 + N_v V_1 \quad (A.1)$$

$$B(R < 1) = (1+z) (1-G) [h (1+i_p) + (1-h) (1+i_D) R] - (1+i_E) + N_c C_1 + N_v V_1 \quad (A.2)$$

Recordemos que el valor de las opciones depende de R , de la siguiente forma:

$$R > 1 \quad C_1 = [(R-1)/R] B_{ED}^0 = B_{ED}^0 - (1/R) B_{ED}^0 \quad (A.3)$$

$$V_1 = 0 \quad (A.4)$$

$$R < 1 \quad C_1 = 0 \quad (A.5)$$

$$V_1 = (1-R) B_{ED}^0 \quad (A.6)$$

Sustituyendo C_1 , V_1 , agrupando los términos que no dependen de R y llamándolos B_+ y B_- (según si $R > 1$ ó $R < 1$):

$$B(R > 1) = B_+ + (1/R) [(1+z) (1-G) h (1+i_p) - N_c B_{ED}^0] \quad (A.7)$$

$$B(R < 1) = B_- + R [(1+z) (1-G) (1-h) (1+i_D) - N_v B_{ED}^0] \quad (A.8)$$

Igualando los paréntesis a cero, tenemos dos ecuaciones con dos incógnitas. Recordemos que G depende de N_c y N_v y que $B_{DE}^0 = 1/B_{ED}^0$:

$$N_C = (1+z) (1-G) h (1+i_p) B_{DE}^0 \quad (A.9)$$

$$N_V = (1+z) (1-G) (1-h) (1+i_D) B_{DE}^0 \quad (A.10)$$

Dividiendo una ecuación por otra y denominando r al ratio del número óptimo de opciones de compra y de venta:

$$r = \frac{N_C}{N_V} = \frac{h (1+i_p)}{(1-h) (1+i_D)} \quad (A.11)$$

$$G = N_C C + N_V V = (r C + V) N_V \quad (A.12)$$

Sustituyendo en la ecuación (A.10), tenemos:

$$N_V = (1+z) [1 - (rC + V) N_V] (1-h) (1+i_D) B_{DE}^0 \quad (A.13)$$

Despejando N_V :

$$N_V = \frac{(1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0}{1 + (rC+V) (1+z) (1-h) (1+i_D) B_{DE}^0} \quad (A.14)$$

Sustituyendo r por su valor y operando:

$$N_V = \frac{(1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0}{1 + h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0 C + (1-h) (1+z) (1+i_D) B_{DE}^0 V} \quad (A.15)$$

Utilizando (A.11) y operando, llegaríamos a una expresión análoga para N_C :

$$N_C = \frac{h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0}{1 + h (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0 C + (1-h) (1+z) (1+i_p) B_{DE}^0 V} \quad (A.16)$$

Volviendo a las expresiones (A.7) y (A.8), es inmediato demostrar que B_+ y B_- son iguales y, por tanto, que el beneficio sin riesgo tiene la siguiente expresión:

$$B(h, i_E, z) = (1+z) (1-G) [h (1+i_p) + (1-h) (1+i_D)] - (1+i_E) \quad (A.17)$$

2. Independencia del beneficio respecto de la política de inversión

Si tomamos la derivada parcial de $B(h, i_E, z)$ con respecto a h , tenemos:

$$B'_h = \left[(1+z) (-G'_h) [h (1+i_p) + (1-h) (1+i_D)] \right] + \left[(1+z) (1-G) (i_p - i_D) \right]$$

G'_h es la derivada parcial respecto a h del gasto en opciones. Si simplificamos la notación, llamando:

$$K_C = (1+z) (1+i_p) B_{DI}^0 C$$

$$K_V = (1+z) (1+i_D) B_{DI}^0 V$$

Entonces, G'_h es igual a:

$$G'_h = \frac{K_C - K_V}{[1 + h K_C + (1-h) K_V]^2}$$

sustituyendo en B'_h y tomando común denominador:

$$B'_h = \frac{(K_V - K_C) [1 + i_D + h(i_p - i_D)] + [1 + h K_C + (1-h) K_V] (i_p - i_D)}{(1+z)^{-1} [1 + h K_C + (1-h) K_V]^2}$$

Fijándonos solamente en el numerador (NUM), agrupamos todos los términos en h y vemos que su coeficiente es igual a cero, luego

$$\text{NUM} = [(K_V - K_C) (1+i_D)] + [(1+K_V) (i_P - i_D)]$$

Desarrollamos los paréntesis:

$$\text{NUM} = (1+i_P) K_V - (1+i_D) K_C + (i_P - i_D)$$

Sustituimos K_V y K_C por sus valores:

$$\text{NUM} = (1+z) (1+i_D) (1+i_P) B_{DE}^0 V - (1+z) (1+i_P) (1+i_D) B_{DE}^0 C + (i_P - i_D)$$

Utilizamos la relación que liga C y V ("put-call parity"):

$$\text{NUM} = (1+z) (1+i_D) (1+i_P) B_{DE}^0 \left[V - V - T_{DE}^0 [(1+i_P)^{-1} - (1+i_D)^{-1}] \right] + (i_P - i_D)$$

Simplificando en la expresión anterior, teniendo en cuenta que

$$T_{DE}^0 = [(1+z) B_{DE}^0]^{-1} :$$

$$\text{NUM} = (1+i_D) (1+i_P) [(1+i_P)^{-1} - (1+i_D)^{-1}] + (i_P - i_D)$$

Desarrollando el primer sumando, sacando común denominador y simplificando:

$$\text{NUM} = (i_D - i_P) + (i_P - i_D) = 0 \quad \text{q.e.d.}$$

3. Valoración de opciones en divisas bajo Black-Scholes

Garman y Kohlhagen (1983) mostraron que el precio de una opción de compra con vencimiento en $t = T$ y tipo de cambio de ejercicio K (expresado en moneda nacional por unidad de divisa) es igual a:

$$C(S, T, K, i, i^*, \sigma) = S \exp(-i^* T) N(d + \sigma \sqrt{T}) - K \exp(-iT) N(d)$$

donde S: tipo de cambio al contado
 i, i*: tipos de interés (capitalización continua) de la moneda nacional y de la divisa.
 σ: Volatilidad del tipo de cambio (por mitad de tiempo)
 N(x): Función de distribución normal (integral de la función de densidad de probabilidad normal entre $-\infty$ y x)

$$d = (\sigma \sqrt{T})^{-1} [\ln [(S/K) \exp(i - i^*)] - (1/2) \sigma^2 T]$$

Para el caso de una opción de venta, es fácil demostrar a partir de la paridad put-call que:

$$V(S, T, K, i, i^*, \sigma) = K \exp(-iT) N(-d) - S \exp(-i^* T) N(-d + \sigma \sqrt{T})$$

En nuestro caso, el vencimiento de la opción se produce en $T = 1$, y el tipo de cambio de ejercicio es igual al tipo de cambio al contado ($K = S = T_{PD}^0$).

Si expresamos el valor de la prima en términos de la divisa (en nuestro caso, el marco), multiplicando el precio en pesetas por T_{DP}^0 , tenemos (recordando que

$$T_{PD}^0 = 1/T_{DP}^0):$$

$$C_D = \exp(-i_D) N(d + \sigma) - \exp(-i_P) N(d)$$

$$V_D = \exp(-i_P) N(-d) - \exp(-i_D) N(-d + \sigma)$$

donde

$$d = \sigma^{-1} (i_P - i_D) - (1/2) \sigma$$

4. Estática comparativa para el tipo de interés del ECD

Partimos de la ecuación (32), tras haber sustituido el valor de $1 - G(1)$, y multiplicado el numerador y denominador de la fracción por $\exp(-i_p)$:

$$\exp(i_E) = [\exp(-i_p) + C_D]^{-1}$$

Sustituimos el valor de C_D :

$$\exp(i_E) = [\exp(-i_p) + \exp(-i_D) N(d+\sigma) - \exp(-i_p) N(d)]^{-1}$$

Sacando factor común $\exp(-i_p)$:

$$\exp(i_E) = [\exp(-i_D) N(d+\sigma) + \exp(-i_p) (1 - N(d))]^{-1}$$

Dadas las propiedades de las funciones de distribución, $1-N(d)$ es igual a $N(-d)$:

$$\exp(i_E) = [\exp(-i_D) N(d+\sigma) + \exp(-i_p) N(-d)]^{-1}$$

donde

$$d + \sigma = \sigma^{-1} (i_p - i_D) + 0,5 \sigma$$

$$-d = \sigma^{-1} (i_D - i_p) + 0,5 \sigma$$

Tomando logaritmos a ambos lados:

$$i_E = -\ln [\exp(-i_D) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)]$$

Vamos a comenzar el ejercicio de estática comparativa, derivando con respecto a i_p :

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_p} = - \frac{- \exp(i_D) N(d + \sigma) + [\exp(-i_D) N'(d + \sigma) - \exp(i_p) N'(-d)] \frac{\partial d}{\partial i_p}}{\exp(-i_p) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)}$$

El denominador es positivo. El numerador es igual a:

$$\text{NUM} = \exp(-i_D) N(d + \sigma) - [\exp(-i_D) f(d + \sigma) - \exp(-i_p) f(d)] \sigma^{-1}$$

donde $f(x)$ es la función de densidad de probabilidad de la distribución normal ($N'(x) = f(x)$) y $(\partial d / \partial i_p) = \sigma^{-1}$ la forma de la función de densidad normal es:

$$f(x) = (2\pi)^{-(1/2)} \exp[-(1/2) X^2]$$

Valorando $f(x)$ para $d + \sigma$ y $-d$, obtenemos tras reordenar términos:

$$\text{NUM} = \exp(-i_D) N(d + \sigma) + \sigma^{-1} [\exp(-i_p) \exp[-(1/2)d^2] - \exp(-i_D) \exp[-(1/2)(d + \sigma)^2]]$$

Desarrollando el exponente y sacando factor común:

$$\text{NUM} = \exp(-i_D) N(d + \sigma) + (2\pi\sigma^2)^{-(1/2)} \exp(-(1/2)d^2) \{\exp(-i_p) - \exp[-i_D - (1/2)(\sigma^2 + 2d\sigma)]\}$$

Sustituyendo el valor de d , la expresión entre corchetes será igual a:

$$\exp(-i_p) - \exp[-i_D - (1/2)[\sigma^2 + 2\sigma^{-1}\sigma(i_p - i_D) - \sigma^2]]$$

que operando se comprueba que es igual a cero:

$$\exp(-i_p) - \exp[-i_D - (i_p - i_D)] = 0$$

por lo tanto, volviendo a la expresión de la derivada, tenemos finalmente que:

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_p} = \frac{\exp(-i_D) N(d + \sigma)}{\exp(-i_D) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)} > 0$$

simétricamente, la derivada parcial con respecto a i_D será:

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_D} = \frac{\exp(-i_p) N(-d)}{\exp(-i_D) N(d + \sigma) + \exp(-i_p) N(-d)}$$

Otro resultado importante, por consiguiente, es:

$$\frac{\partial i_E}{\partial i_p} + \frac{\partial i_E}{\partial i_D} = 1$$

REFERENCIAS

ALLEN, P.R. (1990): " The private ECU markets. What they are, why they exist, and where they may go", Journal of Banking and Finance, 14, pp. 845-876.

BARONE, E.; BUCCI, A. (1991): "The valuation of multiple options: an application to the exchange rate market of the Italian lira", Economics and Finance Series, Center For Research in Finance - IMI Group, febrero.

BLACK, F.; SCHOLES, M. (1973): "The pricing of options and corporate liabilities", Journal of Political Economy, 81, pp. 637-654.

BODURTHA, J.N.; COURTADON, G.R. (1986): "Efficiency tests of the foreign currency options market", Journal of Finance, n 1, pp. 151-162.

BOFINGER P. (1990): "The political economy of the hard ECU proposal", CEPR. Discussion Paper Series, n° 512.

GARMAN, M.B.; KOHLHAGEN, S.W. (1983): "Foreign currency option values", Journal of International Money and Finance, 2, pp. 231-238.

GRABBE, J.O. (1983): "The pricing of call and put options on foreign exchange", Journal of International Money and Finance, 2, pp. 239-254.

HSIEH, D.; MAÑAS, L.A. (1986): "Empirical regularities in options on Deutsche Mark futures", Center for Research on Security Prices (CRSP), University of Chicago, Working paper n° 189. Publicado en Whalley, J. (ed.): "Advances in Futures and Options".

JOHNSON, H. (1987): "Options on the maximum or the minimum of several assets". Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 22, n° 3, septiembre.

KLEIN, M.; MULLER, S.A. (1990): " ECU interest rates and ECU basket adjustments: an arbitrage pricing approach", CEPR Discussion Paper, nº 445, septiembre.

LEVICH, R.M. (1987): "The interbank ECU market", en Levich, R.M. (ed.): "ECU, European Currency Unit", Euromoney Publications PLC.

LEYVA, M.L. (1991): "Problemática de un ECU cesta fortalecido". Texto multicopiado, enero.

LEYVA, M.L. (1991b): ECU actual y concepciones alternativas". Boletín Económico, Banco de España, febrero, pp. 19-34.

MAÑAS, L.A. (1988): "Dinámica de corto plazo de los tipos de cambio: Volatilidad y opciones sobre divisas". Cuadernos Económicos de ICE, nº 38.

MARGRABE, W. (1978): "The value of an option to exchange one asset for another", Journal of Finance, vol. 23.1, marzo.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA (1990): "La unión económica y monetaria: el estado de los debates". Boletín Económico de ICE, nº 2262, diciembre.

PEREZ-CAMPANERO, J. (1990): "El sistema monetario europeo y el ECU. Descripción y funcionamiento". Cuadernos de Economía y Finanzas, FEDEA.

ROMA, A. (1990): "A Model for contingent claim pricing on EMS Exchange Rates". Temi di discussione, Banco d'Italia, nº 135, mayo.

STULZ, R.M. (1982): "Options on the minimum or the maximum of two risky assets: analysis and applications". Journal of Financial Economics, nº 10, pp. 161-185.