

# PRESENTACIÓN

El presente reporte de investigación titulado “La inversión extranjera de cartera en México y sus determinantes” tiene como objetivo examinar las variables fundamentales del comportamiento de la inversión extranjera de cartera (títulos de capital y deuda pública) en México. En el trabajo se analizan factores externos en el área de las finanzas que son considerados como elementos en el crecimiento económico. Su estudio obedece a la necesidad de verificar sus posibles implicaciones, toda vez que en las primeras etapas del proyecto “El cambio tecnológico generado por el gobierno en la teoría del crecimiento: una nueva perspectiva” (en proceso de registro), se mantienen como variables no significativas al objeto de estudio, por lo cual, es importante esclarecer los alcances de este conjunto de factores incluido en el concepto de inversión extranjera de cartera.

En el trabajo se demuestra que dentro de los principales determinantes de la inversión extranjera de cartera están los factores de riesgo, que se expresan en términos de volatilidades y correlaciones, así como la rentabilidad financiera que proporcionan los mercados financieros.

Dr. Alfredo Sánchez Daza  
Jefe del Departamento de Economía

# “LA INVERSIÓN EXTRANJERA DE CARTERA EN MÉXICO Y SUS DETERMINANTES”

Javier Juan Froilan Martínez Pérez

Salvador Rivas Aceves

## RESUMEN

En este trabajo se examinan los determinantes de la inversión extranjera de cartera (títulos de capital y deuda pública) en México. Para ello se desarrolla un modelo estocástico de economía internacional con intercambio de bienes y activos. El modelo considera dos economías que producen un mismo bien, el cual puede ser utilizado para consumo o como capital internacionalmente comerciable con perfecta movilidad. Ambas economías están pobladas por agentes representativos, adversos al riesgo y con vida infinita, los cuales obtienen utilidad por el consumo de un bien de carácter perecedero. Las condiciones necesarias de un máximo y las relaciones causales entre los determinantes de la inversión extranjera en cartera, son caracterizadas. Asimismo, un análisis empírico y de causalidad se realiza de 1993 al 2007 para establecer el sentido y magnitud de las principales relaciones causales que determinan a la inversión extranjera de cartera.

**Palabras clave:** inversión extranjera, mercados financieros internacionales, flujos de capital.

**Clasificación JEL:** F21, G15.

## ABSTRACT

In this paper we study the foreign speculative investment determinants (capital stocks and public debt) in Mexico. In doing so, we develop a stochastic model with both goods and assets trade, where subsist two economies that produce the same perishable good which can be used for consumption or as an international tradable capital with perfect mobility. Both economies are populated by representative agents with infinite live and risk aversion, whom obtain utility of the good's consumption. The necessary conditions for a maximum and the foreign investment determinant's causal relations are characterized. Also, we carry out a causality and empiric analysis in order to establish magnitude and direction between the main foreign investment determinants, from 1993 to 2007.

**Key words:** foreign investment, international financial markets, capital flows.

**Jel Classification:** F21, G15.

# **Proyecto**

- 1. Presentación**
- 2. Análisis del comportamiento de los flujos de capital en México y en Estados Unidos**
- 3. Modelo estocástico del comportamiento de los flujos de capital**
- 4. Análisis empírico y de causalidad**
- 5. Conclusiones**

## 1. Presentación

Desde la década de los noventa México ha requerido equilibrar su balanza de pagos con ahorro externo, razón por la que ha competido, internacionalmente, por inversión extranjera directa y de cartera. En este marco, la respuesta del sistema financiero mexicano para atraer flujos de capital, se ha manifestado en una reforma estructural por tres vías distintas: 1) la apertura, con la que han disminuido (incluso eliminado) las barreras para la operación de los agentes financieros extranjeros; 2) la desregulación, que ha consistido en adecuar la legislación para promover el crecimiento del mercado y las formas de crédito de los agentes financieros privados; y 3) la titularización, con la que se ha generado un relativo descenso de la intermediación bancaria.

Existe abundante literatura que reporta hechos estilizados acerca del comportamiento de la inversión extranjera de cartera y el riesgo asociado a la misma, al respecto vale la pena destacar los trabajos clásicos de Solnik (1974), Adler y Dumas (1983) y Stulz (1984, 1987). Por su parte, Black (1990) muestra que siempre existe una fracción del total de inversión dirigida hacia el exterior sujeta a riesgo, la cual es idéntica para todos los inversionistas y a su vez independiente de la nacionalidad. Asimismo, Adler y Prasad (1992) generalizan los resultados previos con supuestos menos restrictivos. Recientemente, Froot *et al* (2001) encontraron que los flujos de inversión extranjera están directamente relacionados con los rendimientos futuros de los mercados financieros emergentes y no explican los rendimientos de los mercados financieros en los países desarrollados. En la presente investigación, se desarrolla un modelo estocástico para explicar el comportamiento de los flujos internacionales de capital en el marco de un modelo de economía internacional con intercambio de bienes y activos. Los diferentes tipos de riesgos a los que se exponen los agentes son conducidos por procesos Markovianos de difusión.

El modelo supone la existencia de dos economías que, por simplicidad, producen el mismo bien. Este bien puede ser utilizado para consumo o como capital internacionalmente comerciable con movilidad perfecta. Se supone también que ambas economías están pobladas por agentes representativos, adversos al riesgo y con vida infinita, los cuales derivan utilidad del bien de consumo. Las principales cualidades del modelo propuesto son: 1) los determinantes de la inversión de cartera son caracterizados endógenamente; 2) los factores de riesgo se expresan en términos de volatilidades y correlaciones; 3) las condiciones de primer

orden para una solución interior permiten llevar a cabo un análisis de causalidad con técnicas econométricas; y 4) las soluciones analíticas de los problemas de decisión de los agentes representativos se obtienen de manera relativamente simple.

## **2. Comportamiento de los flujos de capital**

Durante el periodo 1991-1993 se registraron montos considerables de inversión extranjera de cartera en México, este periodo coincide con las privatizaciones de activos públicos. Sin embargo, en el transcurso de 1994, dicha inversión disminuyó considerablemente. En 1995, no sólo continuaba el deterioro del nivel de inversión extranjera de cartera en el país, sino también se produjeron importantes salidas, situación que contribuyó a la debacle financiera de 1995. No fue sino hasta 1996, que México retomó su papel de receptor de capitales de cartera, siendo en este mismo año cuando se comienza un proceso de reestructuración de deuda pública externa y la gestión de nuevos préstamos para el Gobierno Federal. En este sentido, la economía mexicana, inmersa en el proceso de integración económica, tuvo que revisar su relación con sus socios a fin de incrementar la inversión extranjera de cartera, la cual es fuente indispensable para el financiamiento de la cuenta corriente de la balanza de pagos. El cuadro 1 muestra las tasas de crecimiento real de la inversión extranjera de cartera en México y Estados Unidos. En la cuarta columna se presenta el diferencial de tasas de crecimiento entre ambos países.

**Cuadro 1.** Tasa de crecimiento de la inversión extranjera

Periodo	México	Estados Unidos	Diferencial
1990	808.5	-78.0	886.5
1991	263.6	151.2	112.4
1992	37.8	21.8	16.0
1993	56.0	50.1	6.0
1994	-72.3	22.8	-95.1
1995	-215.8	66.2	-282.0
1996	235.9	52.3	183.5
1997	-63.1	2.5	-65.6
1998	-74.6	-31.2	-43.4
1999	1168.9	169.5	999.4
2000	-9.4	161.7	-171.1
2001	-320.4	111.0	-431.4
2002	-27.6	52.0	-79.6
2003	-354.7	50.5	-405.2
2004	147.2	75.8	71.4
2005	159.7	208.2	-48.5
2006	15.5	82.4	-66.9

Fuente: OCDE Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics.

Los mejores años para México como receptor de inversión extranjera de cartera, antes de la crisis financiera del 94, fueron los comprendidos durante el periodo 1990-1993. En ese entonces, el país vivía un proceso de adecuación de su régimen legal en favor de la apertura; en este marco, México brindaba condiciones ventajosas de rentabilidad al capital financiero con tasas de interés reales considerablemente superiores a las de Estados Unidos (véase el cuadro 2). Debido a la crisis financiera en México de 1994 y al incremento de la tasa de interés real de Estados Unidos en 1994 y 1995, la inversión extranjera de cartera tuvo una caída drástica. Para 1999, después de que los efectos de la crisis se habían estabilizado, México se recuperó al lograr una tasa de crecimiento histórica en la captación de inversión extranjera en cartera. En la década actual, la inversión extranjera de cartera ha tenido un comportamiento volátil debido al fortalecimiento de mercados emergentes alternos como los asiáticos. A continuación, el cuadro 2 muestra las tasas reales de interés de México y Estados Unidos en el periodo de análisis.

**Cuadro 2.** Tasas de interés real

Periodo	México a/	Estados Unidos a/	Diferencial
1989	24.2	4.2	20.0
1990	6.3	1.8	4.5
1991	5.1	2.7	2.4
1992	9.5	0.8	8.7
1993	12.0	0.5	11.5
1994	11.0	1.9	9.1
1995	3.4	3.3	0.1
1996	7.1	2.0	5.1
1997	7.8	3.8	4.0
1998	7.0	3.7	3.3
1999	5.5	3.5	2.0
2000	7.1	2.8	4.3
2001	7.7	2.0	5.7
2002	2.3	-0.7	3.0
2003	2.8	-0.8	3.5
2004	1.9	-1.7	3.7
2005	2.5	0.3	2.2
2006	2.1	0.8	1.3
2007	2.9	1.0	1.9

Fuentes: Banco de México, INEGI, FMI Estadísticas Financieras Internacionales  
a/ Papel comercial a plazo de 28 días.

En la cuarta columna se presenta el diferencial de tasas, de donde se desprende que uno de los mecanismos que explican el relativo éxito de la participación de México en los flujos internacionales de capital, sobre todo en lo que respecta a la inversión de cartera estadounidense, es que pese a un mayor riesgo país, si se le compara con los países industrializados, el rendimiento que ofreció el mercado bursátil mexicano fue considerablemente mayor al de los principales mercados financieros del mundo. Dicho rendimiento se presenta en el cuadro 3, en donde se observa el optimismo prevaleciente en el índice de precios y cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV).

**Cuadro 3.** Rentabilidad bursátil de México y Estados Unidos

Periodo	(IPC-BMV)* b/	(Dow Jones)*
1990	44.73	0.22
1991	62.47	-1.22
1992	53.46	17.29
1993	7.36	4.47
1994	22.49	4.78
1995	-54.84	16.61
1996	18.45	25.42
1997	32.32	26.33
1998	-18.09	14.65
1999	80.06	23.75
2000	-20.73	-6.18
2001	12.74	-7.09
2002	-3.85	-16.76
2003	43.55	25.32
2004	46.87	3.15
2005	37.81	-0.61
2006	48.56	16.29
2007	11.68	6.43

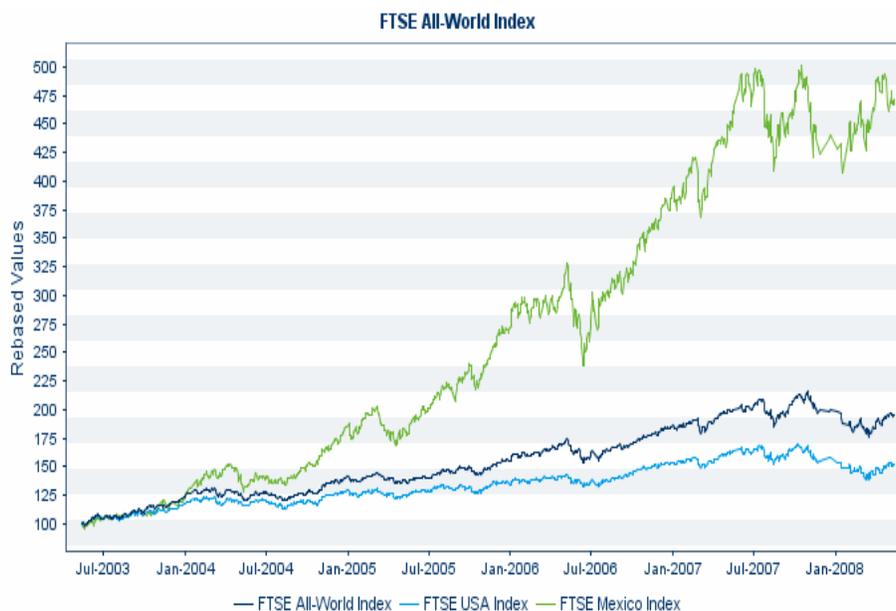
Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V.

b/ Valores ajustados con la tasa de depreciación del tipo de cambio.

\*Flujos ajustados con el deflactor del PIB de los E.U.

La BMV registró tasas de rendimiento considerablemente superiores a las del índice Dow Jones de la Bolsa de Nueva York, sobre todo en los años 1990 y 1991. En 1994 el mercado accionario tendió a deteriorarse rápidamente como consecuencia de la combinación de desequilibrios macroeconómicos y sucesos políticos, trágicos e inesperados. Un año después, en 1995, estalla la crisis financiera mexicana y su índice bursátil sufre una fuerte caída, para luego recuperarse entre 1996 y 1997. En 1998, el índice accionario mexicano registra nuevamente una caída, al contaminarse de la volatilidad de las principales bolsas de capitales del mundo generada por las expectativas en el crecimiento de la economía mundial. En los últimos 5 años el rendimiento otorgado por el mercado bursátil mexicano ha sido considerablemente mayor a los rendimientos que se ofrecen en el resto de los mercados financieros a nivel mundial, inclusive ha sido mayor al rendimiento en los mercados estadounidenses. Este comportamiento se muestra también en la siguiente gráfica:

**Gráfica 1.** Comparación de los rendimientos bursátiles de México, Estados Unidos y el resto del mundo (2003-2008)



Fuente: Financial Times Stock Exchange (FTSE) 2008.

En la Gráfica 1, la línea que muestra el comportamiento de los rendimientos del mercado bursátil mexicano está por encima de los rendimientos del mercado estadounidense, que a su vez está por encima de los rendimientos obtenidos en el resto del mundo. Se aprecia que la brecha existente entre el mercado mexicano y el estadounidense es enorme.

### 3. El modelo

En esta sección se desarrolla un modelo estocástico del comportamiento de la inversión extranjera de cartera. Los diferentes tipos de riesgos a los que se exponen los agentes son conducidos por procesos Markovianos de difusión. Considere dos economías, la economía doméstica y el resto del mundo. Suponga que en ambas economías se produce un bien, el cual puede ser utilizado para consumo o como capital internacionalmente comerciable con perfecta movilidad. Suponga también que ambas economías están pobladas por agentes representativos con vida infinita que obtienen utilidad por un bien genérico de consumo. En lo que sigue, las variables asociadas a la economía extranjera se denotarán con un asterisco. Sean  $y_t$  y  $k_t$  la producción y el capital, respectivamente, de la economía doméstica y suponga que se encuentran relacionados mediante la siguiente ecuación diferencial estocástica:

$$dy_t = rk_t dt + rk_t \sigma dW_t, \quad (1)$$

donde  $r > 0$  es el producto marginal del capital;  $\sigma > 0$  es la volatilidad instantánea de la producción; y  $W_t$  es un proceso de Wiener (movimiento browniano) que representa shocks en la productividad del capital. En este caso,  $W_t$  es una variable aleatoria normal que presenta incrementos independientes y con  $E[dW_t] = 0$  y  $\text{Var}[dW_t] = dt$ . En forma similar, para la economía extranjera, se tiene

$$dy_t^* = r^* k_t^* dt + r^* k_t^* \sigma^* dW_t^*. \quad (2)$$

En consecuencia, las tasas de retorno del capital doméstico y extranjero están determinadas, respectivamente, de la siguiente forma:

$$dR_t = \frac{dy_t}{k_t} = r(dt + \sigma dW_t), \quad (3)$$

$$dR_t^* = \frac{dy_t^*}{k_t^*} = r^*(dt + \sigma^* dW_t^*). \quad (4)$$

Dado que el capital presenta perfecta movilidad, se tiene entonces que:

$$k_t = k_{t,d} + k_{t,f} \quad \text{y} \quad k_t^* = k_{t,d}^* + k_{t,f}^* \quad (5)$$

donde  $k_{t,d}$  y  $k_{t,f}$  representan el capital doméstico y el capital extranjero, respectivamente, en la economía doméstica; una notación similar se utiliza para el capital extranjero. La consideración de bonos domésticos y extranjeros dentro del modelo es como sigue. Suponga, primero, que la condición de paridad de compra,  $P_t = P_t^* E_t$ , es válida en todo momento, donde  $P_t$  es el precio del bien en la economía doméstica,  $P_t^*$  es el precio del bien en la economía extranjera y  $E_t$  es el tipo de cambio nominal. Suponga, además, que estas tres variables son conducidas, respectivamente, por las siguientes ecuaciones diferenciales estocásticas:

$$dP_t = \pi P_t dt + s P_t dU_t, \quad (6)$$

$$dP_t^* = \pi^* P_t^* dt + s^* P_t^* dU_t^*, \quad (7)$$

$$dE_t = \varepsilon E_t dt + \nu E_t dV_t, \quad (8)$$

donde  $\pi$  y  $\pi^*$  miden la inflación media esperada en la economía doméstica y extranjera respectivamente. Análogamente,  $s$  y  $s^*$  representan las volatilidades instantáneas del nivel general de precios en la economía doméstica y extranjera,  $\varepsilon$  es el tipo de cambio medio esperado y  $\nu$  es la volatilidad media esperada del tipo de cambio. Los procesos  $U_t$ ,  $U_t^*$  y  $V_t$  son movimientos brownianos estándar y se suponen no correlacionados. Un tratamiento estocástico previo de este tipo de modelos, puede encontrarse en Venegas-Martínez (2001). Al utilizar el lema de Itô se sigue que:

$$dP_t = d(P_t^* E_t) = \pi P_t dt + s P_t dU_t = (\pi^* + \varepsilon + \phi) dt + s^* dU_t^* + \nu dV_t, \quad (9)$$

en donde  $\phi dt = s^* \nu \text{Cov}(dU_t^*, dV_t)$ . A partir de (9), se tiene que:

$$\pi = \pi^* + \varepsilon + \phi \quad (10)$$

y

$$s^2 = (s^*)^2 + 2\phi + \nu^2. \quad (11)$$

La ecuación (10) es, simplemente, la condición de paridad de interés descubierto. El retorno real,  $dF_t$ , de un bono doméstico,  $b_t = B_t / P_t$ , donde  $B_t$  es el valor en unidades monetarias domésticas de un bono que paga una tasa de interés nominal  $i$ , se obtiene también mediante el lema de Itô y está dado por:

$$dF_t = (i - \pi + s^2) dt - s dU_t. \quad (12)$$

De manera similar, el retorno real,  $dF_t^*$ , de un bono extranjero,  $b_t^* = B_t^* / P_t^*$ , donde  $B_t^*$  es el valor nominal de un bono que paga una tasa de interés nominal  $i^*$ , se obtiene de nuevo con la aplicación del lema de Itô y satisface lo siguiente:

$$dF_t^* = \left[ i^* - \pi^* + (s^*)^2 \right] dt - s^* dU_t^*. \quad (13)$$

La riqueza real de los agentes representativos de la economía doméstica y extranjera,  $a_t$  y  $a_t^*$ , respectivamente, se definen, en este caso, como:

$$a_t = k_{t,d} + k_{t,d}^* + b_{t,d} + b_{t,d}^* = k_{t,d} + k_{t,d}^* + \frac{B_{t,d}}{P_t} + \frac{B_{t,d}^*}{P_t^*} = k_{t,d} + k_{t,d}^* + \frac{B_{t,d}}{P_t} + \frac{EB_{t,d}^*}{P_t} \quad (14)$$

y

$$a_t^* = k_{t,f}^* + k_{t,f} + b_{t,f}^* + b_{t,f} = k_{t,f}^* + k_{t,f} + \frac{B_{t,f}^*}{P_t^*} + \frac{B_{t,f}}{P_t} = k_{t,f}^* + k_{t,f} + \frac{B_{t,f}^*}{P_t^*} + \frac{1}{E} \frac{B_{t,f}}{P_t^*}. \quad (15)$$

El objetivo del agente representativo, tomador de precios, es determinar la trayectoria de consumo y la composición del portafolio que maximicen su utilidad esperada del tipo von Neumann-Morgenstern. En particular, para el caso de la economía doméstica se tiene que el índice de satisfacción esperada, al tiempo  $t = 0$ , es decir, en el presente, está dado por:

$$V_0 = E \left[ \int_0^\infty \log(c_t) e^{-\delta t} dt \mid F_0 \right], \quad (16)$$

en donde  $\delta$  es la tasa subjetiva de descuento o tasa de sustitución intertemporal y  $F_0$  es la información de mercado relevante al tiempo  $t = 0$ , el presente. Observe que se ha elegido la función de utilidad logarítmica con el propósito de obtener soluciones analíticas que faciliten el análisis, en cuyo caso, el individuo representativo es adverso al riesgo. La restricción presupuestal del agente debe satisfacer, en todo momento, que:

$$da_t = a_t \left[ N_{t,d} dR_t + N_{t,d}^* dR_t^* + M_{t,d} dF_t + M_{t,d}^* dF_t^* \right] - c_t dt, \quad (17)$$

junto con la condición de normalización:

$$1 - N_{t,d} - N_{t,d}^* - M_{t,d} - M_{t,d}^* = 0, \quad (18)$$

donde  $N_{t,d} = k_{t,d} / a_t$  es la proporción de la riqueza real del agente doméstico asignada a la tenencia de capital doméstico,  $N_{t,d}^* = k_{t,d}^* / a_t$  es la proporción de la riqueza real del agente doméstico asignada a la tenencia de capital en el extranjero y  $M_{t,d} = b_{t,d} / a_t$  es la proporción de la riqueza real del agente doméstico asignada a la tenencia de bonos domésticos. Por último,  $M_{t,d}^* = b_{t,d}^* / a_t$  es la proporción de la riqueza real del agente doméstico asignada a la tenencia de bonos en el extranjero. Las condiciones necesarias de un máximo se determinan en el Apéndice A y están dadas por las siguientes relaciones:

$$c_t = \delta a_t, \quad (19)$$

$$r = N_{t,d} (r\sigma)^2 + N_{t,d}^* r r^* \rho + \lambda \delta, \quad (20)$$

$$r^* = N_{t,d}^* (r^* \sigma^*)^2 + N_{t,d} r r^* \rho + \lambda \delta, \quad (21)$$

$$i - \pi + s^2 = M_{t,d} s^2 + M_{t,d}^* \theta + \lambda \delta, \quad (22)$$

$$i^* - \pi^* + (s^*)^2 = M_{t,d}^* (s^*)^2 + M_{t,d} \theta + \lambda \delta, \quad (23)$$

$$1 - N_{t,d} - N_{t,d}^* - M_{t,d} - M_{t,d}^* = 0, \quad (24)$$

en donde  $\rho$  y  $\theta$  se determinan mediante las relaciones  $\sigma \sigma^* \text{Cov}(dW_t, dW_t^*) = \rho dt$  y  $s s^* \text{Cov}(dU_t, dU_t^*) = \theta dt$ . La ecuación (19), simplemente, expresa que el consumo es proporcional a la riqueza real. Las ecuaciones (20)-(24) tienen que resolverse conjuntamente para obtener las trayectorias óptimas de  $N_{t,d}$ ,  $N_{t,d}^*$ ,  $M_{t,d}$ ,  $M_{t,d}^*$  y  $\lambda$ . Aunque el sistema anterior no se encuentra en forma reducida, éste proporciona información suficiente para llevar a cabo ejercicios de comportamiento de trayectorias y de estática comparativa. La primera conclusión importante es que dado que el sistema (19)-(23) contiene sólo parámetros de las características de las economías doméstica y extranjera, las decisiones óptimas de inversión son invariantes en el tiempo. En otras palabras, las decisiones de cartera son independientes del nivel de la riqueza del inversionista. Ahora bien, restando (20) de (21) se elimina el multiplicador de Lagrange y se obtiene:

$$r - r^* = N_{t,d} \left[ (r\sigma)^2 - r r^* \rho \right] - N_{t,d}^* \left[ (r^* \sigma^*)^2 - r r^* \rho \right]. \quad (25)$$

La ecuación anterior proporciona la condición de equilibrio de rentabilidad del capital en la economía doméstica. En ausencia de un mercado internacional de deuda, es decir, si  $M_{t,d} = M_{t,d}^* = 0$ , se sigue de (25) y de la condición de normalización (24) que:

$$N_{t,d} = \frac{r - r^*}{B} + \frac{(r^* \sigma^*)^2 - r r^* \rho}{B} \quad (26)$$

y

$$N_{t,d}^* = \frac{r^* - r}{B} + \frac{(r\sigma)^2 - r r^* \rho}{B}, \quad (27)$$

en donde  $B = (r\sigma)^2 - 2r r^* \rho + (r^* \sigma^*)^2 > 0$ . Procediendo en forma análoga con la economía extranjera se tiene, por simetría, lo siguiente:

$$N_{t,f} = N_{t,d} \quad \text{y} \quad N_{t,f}^* = N_{t,d}^*. \quad (28)$$

Este resultado nos dice, fundamentalmente, que el capital no tiene nacionalidad y que las decisiones de inversión dependen del diferencial del rendimiento del capital entre la economía doméstica y extranjera  $r - r^*$ , de los factores de riesgo como son las volatilidades del capital doméstico y extranjero  $\sigma$  y  $\sigma^*$ , y de la covarianza del movimiento de los flujos internacionales de capital  $\rho$ . Nóte que  $N_{t,d}$  varía en proporción directa al diferencial de tasas,  $r - r^*$ , y en proporción inversa a la volatilidad doméstica,  $\sigma$ . Por otro lado, después de restar (22) de (23) y utilizar la condición de paridad de interés descubierta con riesgo, se encuentra:

$$\begin{aligned} i - i^* - (\pi - \pi^*) + s^2 - (s^*)^2 &= i - i^* - (\varepsilon + \phi) + s^2 - (s^*)^2 \\ &= M_{t,d}(s^2 - \theta) - M_{t,d}^* \left[ (s^*)^2 - \theta \right] \end{aligned} \quad (29)$$

Por último, observe que las ecuaciones (20)-(23) no pueden ser calibradas con un modelo de vectores autorregresivos ya que el multiplicador  $\lambda$  no es observable. Sin embargo, las ecuaciones estructurales (25), (27) y (29) permiten llevar a cabo un análisis empírico y de causalidad, bajo algunos supuestos adicionales, que se incorporará en el siguiente apartado.

#### 4. Análisis empírico y de causalidad

En esta sección se analizarán de manera empírica las igualdades establecidas en las ecuaciones (25), (27) y (29), para ello se revisará la relación funcional que existe entre las variables dependientes y las independientes para cada una de las igualdades mencionadas. En primer lugar, la ecuación (25) muestra que el diferencial de tasas de interés real, entre la economía doméstica y la extranjera, depende de manera positiva de la volatilidad doméstica del producto y de la tasa de interés real doméstica. Por su parte, lo hace de manera negativa de la correlación existente entre las volatilidades del producto de ambas economías, así como del producto resultante entre las dos tasa de interés real, es decir:

$$r - r^* = f \left( \overset{(+)}{\sigma}, \overset{(+)}{r}, \overset{(-)}{r^*}, \overset{(-)}{r r^*}, \overset{(-)}{\rho} \right). \quad (30)$$

En segundo lugar, la ecuación (27) muestra que la proporción de riqueza del agente doméstico destinada a la tenencia de capital extranjero depende de manera positiva del diferencial de tasas de interés y de la volatilidad doméstica del producto, mientras que lo hace

de manera negativa de la correlación entre las volatilidades del producto de ambas economías, por ende:

$$N_{t,d}^* = f\left(r - r^*, \rho, \sigma\right). \quad (31)$$

Por último, de la ecuación (29) se puede observar que el diferencial entre las tasas de inflación de las economías depende positivamente de la volatilidad del nivel general de precios en la economía extranjera y del diferencial de tasas de interés nominales de ambas economías, mientras que depende negativamente de la volatilidad doméstica del nivel general de precios, es decir:

$$\pi - \pi^* = f\left(i - i^*, s^*, s\right). \quad (32)$$

Para realizar el análisis empírico se utilizaron series estadísticas trimestrales, de 1993 al 2007, de la tasa de rendimiento anual nominal de instrumentos de deuda a 28 días; de la variación porcentual anual del nivel de precios; restando el primero menos el segundo se obtuvo la tasa de rendimiento anual real de instrumentos de deuda a 28 días; del producto interno bruto en millones de dólares y de la inversión extranjera de cartera; todo lo anterior para México (economía doméstica) y Estados Unidos (economía extranjera). En específico, como medida de la volatilidad del nivel general de precios se obtuvo la desviación estándar del cambio porcentual, trimestre a trimestre, del nivel de precios para cada economía. El mismo procedimiento se aplicó para obtener la volatilidad del producto para México y Estados Unidos. Asimismo, se obtuvo la correlación entre las volatilidades domésticas y extranjeras del producto. Para la relación establecida en (30), se estimó la siguiente ecuación:

$$r_t - r_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_t + \alpha_2 r_t + \alpha_3 r_t^* + \alpha_4 r_t r_t^* + \alpha_5 \rho_t + \varepsilon_t, \quad (33)$$

en donde  $\varepsilon_t$  es el término de error. El signo esperado para cada relación es el mismo que el establecido en (30). El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos.

**Cuadro 4.** Estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados

Variable Dependiente: $r - r^*$				
Muestra: 1993/03 a 2007/04				
Variable	Coficiente	Error Estándar	Estadístico t	Probabilidad
$\alpha_0$	-4.39E-14	2.49E-14	-1.762406	0.083900
$\sigma$	-5.44E-13	4.67E-13	-1.164932	0.249400
$r$	1.000000	2.24E-15	4.45E+14	0.000000
$r^*$	-1.000000	4.16E-15	-2.41E+14	0.000000
$rr^*$	-4.95E-15	7.06E-16	-7.013669	0.000000
$\rho$	-2.80E-14	1.40E-14	-2.000423	0.050700

Para este conjunto de observaciones, la volatilidad doméstica del producto no tuvo el signo esperado y resultó ser no significativa, ya que la probabilidad de que dicha volatilidad no incida en el diferencial de tasas de interés reales es de casi 25%. El resto de las variables son significativas y el sentido y la magnitud encontrados prevalecen. A través de la metodología propuesta por Granger (1969), en donde se mide la causalidad de los rezagos de la variable independiente sobre la variable dependiente, y con un número de rezagos igual a 4 (lo que significa un periodo de un año de análisis de causalidad), se encontraron los siguientes resultados:

**Cuadro 5.** Pruebas de Causalidad de Granger

Muestra: 1993/01 a 2007/04			
Rezagos: 4			
	Hipótesis Nula	Estadístico t	Probabilidad
$\sigma$	no causa en el sentido de Granger a $r - r^*$	1.03386	0.40027
$r$	no causa en el sentido de Granger a $r - r^*$	1.36451	0.26057
$r^*$	no causa en el sentido de Granger a $r - r^*$	1.36451	0.26057
$rr^*$	no causa en el sentido de Granger a $r - r^*$	6.02088	0.00054
$\rho$	no causa en el sentido de Granger a $r - r^*$	0.31124	0.86896

Las pruebas de causalidad muestran que, a excepción de la variable  $rr^*$ , la volatilidad doméstica del producto, la tasa de interés real doméstica y extranjera, y la correlación entre las volatilidades del producto de ambas economías sí causan en el sentido de Granger al diferencial de tasas de interés real. Respecto a la ecuación (31), la estimación realizada está representada por:

$$N_{t,d}^* = \alpha_0 + \alpha_1 (r_t - r_t^*) + \alpha_2 \rho_t + \alpha_3 \sigma_t + \varepsilon_t. \quad (34)$$

En este caso, se supone que  $N_{t,d}^*$  es el monto de inversión extranjera de cartera con Estados Unidos como país de origen y México como país destino, por lo que la serie estadística mide el monto de inversión extranjera de cartera invertido en nuestro país. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

**Cuadro 6.** Estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados

Variable Dependiente: $N_{t,d}^*$				
Muestra: 1993/03 a 2007/04				
Variable	Coficiente	Error Estándar	Estadístico $t$	Probabilidad
$\alpha_0$	1.822647	2.597048	0.701815	0.4858
$r - r^*$	-0.186548	0.051713	-3.607384	0.0007
$\rho$	-0.084512	1.193106	-0.070834	0.9438
$\sigma$	-1.281297	51.94064	-0.024668	0.9804

Así pues, la evidencia empírica muestra que, en el periodo de análisis, sólo el sentido causal que tiene la correlación entre las volatilidades del producto de ambas economías se mantiene, caso contrario resulta para el diferencial de tasas de interés real y para la volatilidad doméstica del producto. Asimismo, tanto la correlación como la volatilidad doméstica resultaron ser variables no significativas, lo que implica que el capital extranjero solo toma en cuenta el diferencial de tasas de interés real para la toma de decisiones de inversión. Las pruebas de causalidad realizadas para estas variables se muestran en el siguiente cuadro:

### Cuadro 7. Pruebas de Causalidad de Granger

<b>Muestra: 1993/01 a 2007/04</b>			
<b>Rezagos: 4</b>			
	<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>
$r - r^*$	no causa en el sentido de Granger a $N_{t,d}^*$	0.56264	0.69090
$\rho$	no causa en el sentido de Granger a $N_{t,d}^*$	0.14180	0.96569
$\sigma$	no causa en el sentido de Granger a $N_{t,d}^*$	0.66380	0.62041

El cuadro 7 muestra que, tanto el diferencial de tasas de interés real, la correlación entre las volatilidades del producto en ambos países, así como la volatilidad doméstica del producto sí causan en el sentido de Granger a la proporción de la riqueza del agente doméstico destinada a la tenencia de capital extranjero. Por último, para la relación establecida en (32) se estimó lo siguiente:

$$\pi_t - \pi_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 (i_t - i_t^*) + \alpha_2 s_t + \alpha_3 s_t^* + \varepsilon_t. \quad (35)$$

Esta estimación establece que el signo esperado para el diferencial de tasas de interés nominal y para la volatilidad doméstica del nivel general de precios se cumple, mientras que para la volatilidad extranjera del nivel general de precios no, tal y como lo muestra el siguiente cuadro:

### Cuadro 8. Estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados

<b>Variable Dependiente: <math>\pi - \pi^*</math></b>				
<b>Muestra: 1993/03 a 2007/04</b>				
<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>
$\alpha_0$	5.298036	2.698204	1.963541	0.054600
$i - i^*$	0.688611	0.073120	9.417531	0.000000
$s$	-85.062210	19.876800	-4.279472	0.000100
$s^*$	-7.297766	15.144000	-0.481892	0.631800

El Cuadro 8 muestra que la volatilidad extranjera del nivel general de precios resultó ser no significativa, ya que la probabilidad de que no tenga incidencia sobre el diferencial de

inflación entre ambas economías es de 63%. Por su parte, tanto el diferencial de tasa de interés nominales como la volatilidad doméstica del nivel general de precios si son significativas. Al respecto, las pruebas de causalidad de Granger muestran que sólo la volatilidad extranjera del nivel general de precios causa en el sentido de Granger al diferencial de inflación existente entre ambas economías.

**Cuadro 9.** Pruebas de Causalidad de Granger

<b>Muestra: 1993/01 a 2007/04</b>			
<b>Rezagos: 4</b>			
	<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>
	$i - i^*$ no causa en el sentido de Granger a $\pi - \pi^*$	50.637600	0.000000
	$S$ no causa en el sentido de Granger a $\pi - \pi^*$	16.656800	0.000000
	$S^*$ no causa en el sentido de Granger a $\pi - \pi^*$	1.184420	0.329920

El Cuadro 9 muestra que ni la volatilidad doméstica del nivel general de precios, ni el diferencial de tasas de interés nominales causan en el sentido de Granger al diferencial de inflación entre ambas economías.

## 5. Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo estocástico del comportamiento de los flujos de capital. Con base en dicho modelo se han estudiado los principales determinantes de la inversión extranjera de cartera, los cuales fueron caracterizados endógenamente. Dentro de los principales determinantes de la inversión extranjera de cartera están los factores de riesgo, que se expresan en términos de volatilidades y correlaciones, así como la rentabilidad financiera que proporcionan los mercados financieros. Asimismo, se encontraron las condiciones de primer orden para una solución interior que permitieron llevar a cabo un análisis empírico y de causalidad con técnicas econométricas.

Los resultados empíricos de esta investigación confirman que la inversión extranjera de cartera en México está, fundamentalmente, determinada por la rentabilidad y el riesgo. Es decir, la entrada de flujos de capital especulativo, se explica exclusivamente por el grado de

rentabilidad externa e interna, así como por el nivel de riesgo que los inversionistas extranjeros están dispuestos a tolerar.

La evidencia empírica también muestra que el diferencial entre las tasas de interés real es el único determinante para la inversión extranjera de cartera en México. A su vez, tanto el diferencial de tasas de interés real, la correlación entre las volatilidades del producto en ambos países, así como la volatilidad doméstica del producto sí causan en el sentido de Granger a la proporción de la riqueza del agente doméstico destinada a la tenencia de capital extranjero, por lo que los inversionistas pueden tomar en cuenta estas variables para la toma de decisiones de inversión. Sin embargo, al final sólo pesa la rentabilidad de los mercados y el nivel de riesgo que los caracterizan para las decisiones de inversión especulativa.

## APÉNDICE A: Condiciones de primer orden del consumidor doméstico

La restricción presupuestal consolidada del individuo está dada por:

$$da_t = a_t (\Psi dt + dZ_t), \quad (\text{A.1})$$

en donde la parte determinista satisface lo siguiente:

$$\Psi = N_{t,d} r + N_{t,d}^* r^* + M_{t,d} (i - \pi + s^2) + M_{t,d}^* \left[ i^* - \pi^* + (s^*)^2 \right] - \frac{c_t}{a_t}, \quad (\text{A.2})$$

mientras que la parte de difusión cumple con:

$$dZ_t = N_{t,d} r \sigma dW_t + N_{t,d}^* r^* \sigma^* dW_t^* - M_{t,d} s dU_t - M_{t,d}^* s^* dU_t^*. \quad (\text{A.3})$$

La ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman (H-J-B) de la programación dinámica estocástica y continua asociada al problema de maximización de (16) sujeto a (A.1) está dada por:

$$\begin{aligned} \max H \equiv \max \{ & \log c_t - \delta J(a_t) + J'(a_t) a_t \Psi \\ & + \frac{1}{2} J''(a_t) a_t^2 [ (N_{t,d} r \sigma)^2 + (N_{t,d}^* r^* \sigma^*)^2 + (M_{t,d} s)^2 + (M_{t,d}^* s^*)^2 \\ & + 2N_{t,d} N_{t,d}^* r r^* \rho + 2M_{t,d} M_{t,d}^* \theta ] + \lambda (1 - N_{t,d} - N_{t,d}^* - M_{t,d} - M_{t,d}^*) \} = 0 \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

en donde  $\rho$  y  $\theta$  se determinan mediante las relaciones  $\sigma \sigma^* \text{Cov}(dW_t, dW_t^*) = \rho dt$  y  $s s^* \text{Cov}(dU_t, dU_t^*) = \theta dt$  que son las covarianzas relevantes. Por supuesto, covarianzas entre otras variables pueden ser incorporadas en el análisis sin cambios sustanciales. El máximo en la ecuación (A.2) se da cuando se decide sobre  $c_t$ ,  $N_{t,d}$ ,  $N_{t,d}^*$ ,  $M_{t,d}$  y  $M_{t,d}^*$ . Aquí,

$J(a_t)e^{-\delta t}$  es la función de utilidad indirecta,  $J'(a_t)e^{-\rho t}$  es la variable de co-estado y  $\lambda$  es el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción de normalización. Nótese además que no se ha impuesto restricción alguna sobre los signos de  $N_{t,d}$ ,  $N_{t,d}^*$ ,  $M_{t,d}$  y  $M_{t,d}^*$ , y por lo tanto las ventas en corto están permitidas. En el óptimo, la condición de H-J-B es una ecuación diferencial ordinaria de segundo orden en  $J(a_t)$ . Dada la forma separable de la función de utilidad, tomamos como candidato de solución a  $J(a_t) = D_1 + D_2 \log(a_t)$ , donde  $D_1$  y  $D_2$  son constantes que se determinan a partir de la sustitución del óptimo en (A.2). En consecuencia, se tiene:

$$\begin{aligned} \max H \equiv \max \{ & \log c_t - \delta [D_1 + D_2 \log(a_t)] \\ & + D_2 \left[ N_{t,d} A + N_{t,d}^* A^* + M_{t,d} (i - \pi + s^2) + M_{t,d}^* \left[ i^* - \pi^* + (s^*)^2 \right] - (c_t/a_t) \right] \\ & - \frac{1}{2} D_2 \left[ (N_{t,d} A \sigma)^2 + (N_{t,d}^* A^* \sigma^*)^2 + (M_{t,d} s)^2 + (M_{t,d}^* s^*)^2 \right. \\ & \left. + 2N_{t,d} N_{t,d}^* A A^* \rho + 2M_{t,d} M_{t,d}^* \theta \right] \\ & \left. + \lambda (1 - N_{t,d} - N_{t,d}^* - M_{t,d} - M_{t,d}^*) \right\} = 0 \end{aligned} \quad (A.5)$$

Por lo tanto, las condiciones de primer orden para una solución interior están dadas por:

$$\frac{\partial H}{\partial c_t} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial N_{t,d}} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial N_{t,d}^*} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial M_{t,d}} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial M_{t,d}^*} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial H}{\partial \lambda} = 0, \quad (A.6)$$

junto con la condición de transversalidad  $\lim_{t \rightarrow \infty} E [J(a_t) e^{-\delta t}] = 0$ , lo que conduce a las condiciones necesarias para un máximo establecidas en las ecuaciones (19)-(24).

## BIBLIOGRAFÍA

Adler, M. y B. Dumas (1983), "International Portfolio Choice and Corporation Finance: A Synthesis". *Journal of Finance*, Vol. 38, No. 2, pp. 925-984.

Adler M, y Prasad B, (1992), "On Universal Currency Hedges", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 27, No. 1, pp. 19-38.

Banco de México, Estadísticas, Información Financiera y Económica, recuperado el 12 mayo del 2008, [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)

Black, F. (1990), “Equilibrium Exchange Rate Hedging”, *The Journal of Finance*, Vol. 45, No. 3, Papers and Proceedings, Forty-ninth Annual Meeting, American Finance Association, Atlanta, Georgia, 899–907.

Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., Mercado de Capitales, Estadísticas, recuperadas el 16 de mayo del 2008, [www.bmv.com.mx](http://www.bmv.com.mx)

Financial Times Stock Exchange (FTSE), 2008, FTSE Index standards, recuperado el 16 de mayo del 2008, [www.ftse.com](http://www.ftse.com)

FMI, 2008, Estadísticas Financieras Internacionales, recuperadas el 12 de mayo del 2008, [www.imf.org](http://www.imf.org)

Froot, K. A., O’Connell, P.G., Seasholes, M.S., 2001. “The Portfolio Flows of International Investors”, *Journal of Financial Economics*, Vol. 59, pp. 151–193.

INEGI, 2008, Banco de Información Económica (BIE), recuperado el 19 de mayo del 2008, [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

Granger, C. W. J. (1969), “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods,” *Econometrica*, 37, pp. 424–438.

OCDE Factbook, 2008, Economic, Environmental and Social Statistics, recuperado el 16 de mayo del 2008, [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

Solnik, B. (1974), “Why not diversify internationally?” *Financial Analysts Journal*, Vol. 20, pp. 48–54.

Stulz, R. M. (1984), “Optimal Hedging Policies”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 19, No. 2, pp.127–40.

Stulz, R. M. (1987), “An Equilibrium Model of Exchange Rate Determination and Asset Pricing with Nontraded Goods and Imperfect Information”, *Journal of Political Economy*, Vol. 95, No. 5, pp. 1024-1040.

Venegas-Martínez, F. (2001), “Temporary Stabilization: A Stochastic Analysis”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 25, No. 9, September, pp. 1429-1449.