

# Modelling Small Open Developing Economies in a Financialized World: A Stock-Flow Consistent Prototype Growth Model

## Ecuaciones

### 1 Producción

1. Ventas esperadas o PIB esperado:

$$\dot{Y}^e = \beta_y \left( \frac{Y^D}{p} - Y^e \right) + \left( \alpha_p + \frac{\dot{a}}{a} \right) Y^e$$

$p$ : nivel de precios  $\alpha_p$ : tasa de crecimiento de la población  
 $\frac{\dot{a}}{a}$  tasa crecimiento productividad laboral  
 $\beta_y$ : velocidad de ajuste de las expectativas al exceso de demanda.

2. Demanda Agregada

$$Y^D = C_H + G_D + pI^K + X$$

$C_H$ : consumo nominal  
 $G_D$ : gasto público nominal  
 $I^K$ : inversión real (sin inventarios)  
 $X$ : exportaciones nominales

3. Inventarios e inversión real en inventarios

$$\dot{V} = I^V = Y^P - \frac{Y^D}{p}$$

$V$ : inventarios  
 $Y^P$ : Producción

4. Inventarios deseados

$$V^d = \alpha_v Y^e$$

$\alpha_v$ : elasticidad inventarios deseados a ventas esperadas

5. Inversión en inventarios deseada:

$$I^{V,d} = (V^d - V)$$

6. Producción

$$Y^P = Y^e + I^{V,d}$$

7. Producción doméstica

$$Y^{P,D} = Y^P - IM$$

IM: total importaciones

8. Tasa de uso del capital

$$u = \frac{Y^{P,D}}{Kv}$$

v: relación producción capital (constante)

9. Importaciones reales

$$IM = \sigma_{M,C} \frac{C_H}{p} + \sigma_{M,G} \frac{G_D}{p} + \sigma_{M,I} I^K + \sigma_{M,X} \frac{C_H}{p}$$

$\sigma_{M,i}$ : propensión de las importaciones con respecto a i, con la que varían a través del tiempo.

10. Variación de la propensión a las importaciones Objetivo

$$\dot{\sigma}_{M,i} = \beta_M (\sigma_{M,i}^T - \sigma_{M,i})$$

11. Propensión a las importaciones objetivo

$$\sigma_{M,i}^T = \max \left[ \sigma_{M,i}^{min}, \frac{1}{1 + [\Gamma_i e_R (1 + \tau_i^M)]^{\epsilon_i}} \right]$$

12. Tasa e cambio real

$$e^R = \frac{p_W \cdot e^N}{p}$$

$p_W$  nivel de precios exterior  $e^N$  tipo de cambio nominal

13. Exportaciones

$$X = \sigma_X \cdot GDP_W \cdot p_W \cdot e^N$$

14. Variación de la propensión a las exportaciones

$$\dot{\sigma}_X = \beta_X(\sigma_X^T - \sigma_X)$$

15. Propensión de exportaciones objetivo

$$\sigma_X^T = \sigma_{X,0} \left( \frac{e^R}{1 - \tau_W} \right)^{\sigma_{X,1}}$$

donde  $\sigma_{X,0} = \frac{\beta_{far}}{1 - \beta_{far}}$

$\beta_{far}$ : parámetro de las preferencias tipo Armington

$\sigma_{X,1}$ : elasticidad de las exportaciones al nivel de precios (doméstico e internacional), tasa de cambio nominal, y aranceles del resto del mundo sobre las exportaciones.  $\tau_w$ : Aranceles del resto del mundo sobre las exportaciones.

## 2 Precios

16. precios deseados por las empresas

$$p^d = (1 + \mu) \cdot HUC$$

HCU: Historico de costos unitarios

17. margen de beneficio

$$\mu = \mu_0 - \mu_1 \cdot \left( \frac{V}{Y^e} - \alpha_v \right)$$

$\mu_1 > 0$  por supuesto de no colición

18. Variación de los costos unitarios históricos

$$H\dot{U}C = \zeta \cdot (UC - HUC)$$

19. Costos unitarios

$$UC = \frac{w \cdot L + IM \cdot p_w \cdot e^N + T^{IM}}{Y^P}$$

$TM$  impuestos totales a la importación

20. Variación de los precios

$$\dot{p} = \beta_p \cdot (p^d - p)$$

### 3 Firmas

21. Variación del capital

$$\dot{K} = I^K - \delta \cdot K$$

22. Inversión doméstica real

$$I^K = K \cdot \left( k_o + k_1 \cdot \left( r_F^e - \frac{\dot{p}}{p} \right) \right]$$

$r_F^e$ : tasa de retorno esperada

23. Beneficios brutos esperados

$$GP_F^e = p \cdot Y^e - HUC \cdot Y^P - i_F^{L,D} \cdot L^D - i_F^{L,FX} \cdot L_F^{FX} \cdot e^{N,e}$$

$i_F^{L,D}$ ,  $i_F^{L,FX}$ : tasas de interés de préstamos domésticos y externos respectivamente  $L^D, L_F^{FX}$ : deudas con empresas domésticas y extranjeras

24. Beneficios esperados

$$F_F^e = (1 - \tau_F) \cdot GF_F^e$$

$\tau_F$ : impuesto a las ganancias

25. Tasa de retorno esperada

$$r_f^e = \frac{F_F^e}{p \cdot K}$$

26. Necesidades financieras totales

$$TFN_F = p \cdot I^K - RE_F$$

27. Utilidades retenidas

$$RE_F = s_F \cdot F_F^e$$

$s_f$ : proporción constante de los beneficios mantenidos como ganancias retenidas

28. Variación de las deudas externas deseadas

$$\dot{L}_F^{FX,d} = \beta_{LF} \cdot \frac{TFN_f}{e_N}$$

$\beta_L F$ : fracción que las empresas desean financiar via préstamos en divisa

29. Variación de las deudas externas

$$\dot{L}_F^{FX} = \min \left[ CBL^S - L_F^{FX}; \dot{L}_F^{FX,d} \right]$$

30. Variación de las deudas domésticas

$$\dot{L}^D = TFN_F - \dot{L}_F^{FX} \cdot e^N$$

31. Variación de la fracción que las empresas financian con prestamos externos

$$\beta_{LF}^T = \beta_{LF,par}(\beta_{LF}^T - \beta_{LF})$$

32. fracción que las empresas financian con prestamos externos

$$\beta_{LF}^T = \beta_{LF}^{min} + Tanh(\beta_1 \cdot arb_F)$$

$arb_F$ : arbitraje (ganancias o perdidas que enfrentan las empresas ante la fluctuación del precio de la divisa)

$$arb = \frac{(1 + i^{L,D,T}) - (1 + I_F^{L,FX}) \cdot \frac{e^{N,e} + \dot{e}^{N,e}}{e^N}}{i^{L,D,T}}$$

$i^{L,D,T}$ : interés en préstamos en moneda doméstica

33. Variación de los depósitos en moneda extranjera que las firmas tienen en bancos nacionales

$$\dot{D}^{FX} = \eta \cdot \dot{L}_F^{FX}$$

con  $\eta$  constante

34. Utilidades brutas

$$GF_F = Y^D - w \cdot L - p_w \cdot IM \cdot e^N - T^{IM} - i_F^{L,D} \cdot L^D - i_F^{FX} \cdot e^N$$

35. utilidades netas

$$F_F = (1 - \tau_F) \cdot GF_F$$

36. Tasa de retorno

$$r_f = \frac{F_F}{p \cdot K}$$

37. Dividendos de firmas si  $F e_F \neq F_F$  entonces:

$$Div_F = F_F - RE_F - \dot{D}^{FX} \cdot e^N$$

## 4 Bancos

38. Variación de la adquisición deseada de bonos del gobierno

$$\dot{B}_G^{B,d} = \Omega \cdot \dot{B}^G$$

39. fracción de los bonos que los bancos desean comprar

$$\Omega = \Omega_0 + \Omega_1 \cdot \left( \frac{1 + i^{B,G}}{1 + i^{L,D}} \right)^{\sigma_B}$$

40. Variación de prestamos transfronterizos

$$\dot{L}_B^{FX} = \dot{L}_f^{FX}$$

41. oferta de créditos transfronterizos deseada

$$CBL^{S,d} = \varrho_1 \cdot \frac{OF^{GB}}{1 - \left( \frac{1+i_B^{L,FX}}{1+i^w} \right) \varpi}$$

$i^W$ : tasa de interés global libre de riesgo

42. Apalancamiento

$$\varpi = \varpi_0 \cdot rsk^{\sigma_{rs}} (i^W)^{\sigma_\varpi}$$

$\sigma_0$ , : elasticidad del apalancamiento al riesgo país.  $\sigma_\varpi$ : elasticidad del apalancamiento de los bancos a la tasa de interés libre de riesgo.  $rsk$ : riesgo país

43. Fondos propios de los bancos

$$OF^{GB} = \varrho_2 \cdot GDP_W \cdot p_W$$

$\varrho_2$ : fracción constante del PIB que son fondos propios de los bancos

44. Variación tasa de interés prestamos en divisa del sector financiero

$$i_B^{L,FX} = i_B^{L,FX} \cdot \beta_{FX} \cdot \left( \frac{CBL^D - CBL^S}{CBL^S} \right)$$

45. Prestamos entre fronteras 'demandados'

$$CBL^D = \dot{L}_F^{FX,d} + L_F^{FX}$$

46. Tasa de interés con prima

$$i_F^{L,FX} = i_b^{L,FX} + prem$$

47. Variación de la prima

$$\dot{prem} = \beta_p prem \cdot (prem^T - prem)$$

48. Prima objetivo

$$prem^T = \zeta_0 + \zeta_1 \cdot \left( \frac{L_F^{FX} \cdot e^{N,e} + L^D}{F_F^e} \right)^{\zeta_2}$$

Restricción de factibilidad Activos en divisa  $\leq$  Pasivos en divisa

$$L_F^{FX} + R^{B,FX} \geq L_B^{FX} + D^{FX}$$

donde  $R^{B,FX}$  son las reservas internacionales de los bancos privados

49. Variación de las reservas internacionales de los bancos privados

$$\dot{R}^{B,FX} = \dot{D}^{FX} = \dot{R}^{B,FX,NOP}$$

$\dot{R}^{B,FX,NOP}$ : Diámica del coeficiente de regulación sobre las reservas internacionales privadas

50. Variación de los prestamos que hace el banco central en divisa

$$\begin{aligned}\dot{R}^{CB,FX} &= \dot{R}^{FX} - \dot{R}^{B,FX} \\ &= \dot{R}^{FX} - \dot{D}_F^{FX}\end{aligned}$$

(RRR) Reservas domésticas

$$R^D = rrr \cdot D^D$$

- 50.B (Banco Central)

$$\dot{R}^{CB;FX} = \dot{R}^{FX} - \dot{R}^{B,FX} = \dot{R}^{FX} - \dot{R}^{B,FX,NOP} \dot{R}^{FX} - \dot{D}^{FX}$$

$rrr$ : required reserves ratio

51. Necesidades financieras totales en moneda doméstica

$$TFN_B^D = [\dot{L}^D + \dot{B}_G^B] + rrr(\dot{D}^D + \dot{D}^D) - (\dot{D}^D + \dot{O}F) - R^D$$

52. Avances del banco central

$$\dot{A} = TFN_B^D$$

53. Fondos propios necesarios para cumplir la adecuaciones de capital requeridas

$$OF^{CAR} = car \cdot (L^D + L_F^{FX} \cdot e^N)$$

Car: adecuaciones de capital requeridas

54. ganancias retenidas de los bancos

$$RE_B = \beta_{OF} \cdot (OF^{car} - OF)$$

55. Variación fondos propios

$$\dot{O}F_B = RE_B$$

56. utilidad operacional bruta de los bancos

$$GF_B = i^{L,D} \dot{L}^D + i_G^B \cdot B_G^B - i^D \cdot D^D - i_B^{L,FX} \cdot L_B^{FX} \cdot e^N - i^P \cdot A$$

57. Tasa de interés de los depositos de los hogares

$$i^D = i^P - \rho_2 \cdot \left( \frac{L^D + B_G^B}{A} \right)^{\rho_1}$$

58. Costo de los préstamos en moneda nacional objetivo

$$i^{L;D;T} = AFC + prem$$

59. costo de financiamiento promedio

$$AFD = \frac{i^D \cdot D^D + i^P \cdot A}{D^D + A}$$

60. Variación del costo de los préstamos en moneda nacional

$$\dot{i}^{L;D} = \beta_{i,L;D} \cdot (i^{L;D;T} - i^{L;D})$$

$\beta$ : inverso del promedio de las edades de maduración de prestamos en moneda doméstica a las firmas-velocidad de ajuste

61. Utilidades netas de los bancos

$$F_B = (1 - \tau) \cdot GF_B$$

62. Dividendos de los bancos

$$div_B = F_B - RE_B$$

## 5 Gobierno

63. Gasto fijo

$$G_D = \varphi_1 \cdot Y_p \cdot p$$

64. Gasto contracíclico en subsidios al desempleo

$$G_E = \varphi_2 \cdot w \cdot (Pop - L)$$

65. Gasto total

$$G_T = G_D + G_E + i_g^B \cdot B_G$$

66. Recaudo total de impuestos

$$T = \tau_W \cdot w \cdot L + \tau_F \cdot GF_F + \tau_B \cdot GF_B + T^{IM}$$

67. Aranceles a las importaciones

$$T^{IM_i} = \sum \tau_i^M \cdot IM$$

donde  $i = C, G_D, I, X$



68. Variación de los bonos del gobierno

$$\dot{B}_G = G_T - T - F_C B$$

69. Tasa de interés de los bonos

$$i_G^B = \frac{\dot{p}}{p} + \phi_1 \cdot \left( \frac{B_G}{p \cdot Y^e - IM \cdot p_w \cdot e^{N;e}} \right)^{\sigma_i b}$$

70. Variación de los bonos que adquieren los bancos

$$\dot{B}_G^B = \min \left[ \dot{B}_G^{B,d}, \dot{B}_G - \dot{B}_G^{W,d} - \dot{B}_G^{H,d} \right]$$

## 6 Banco central

71. Tasa de interés de política monetaria

$$i_P = \iota_1 + \iota_2 \cdot \left( \frac{\dot{p}}{p} \right)$$

72. Variación de los bonos adquiridos por el banco central

$$\dot{B}_G^{CB} = \max \left[ 0, \dot{B}_G - \dot{B}_G^B - \dot{B}_G^W - \dot{B}_G^H \right]$$

73. Variación de la regulación de divisas

$$\dot{R}^{CB,FX,I} = \phi \cdot IM \cdot P_W - R^{CB,FX}$$

74. Utilidades del banco central

$$F_{CB} = i_G^B \cdot B_G^{CB} + i_P \cdot A$$

## 7 Hogares y mercado laboral

75. Empleo

$$L = \frac{Y^P}{a}$$

donde  $a$  es la relación entre la producción y el trabajo

76. Variación de la relación producción-trabajo

$$\dot{a} = a \cdot \alpha_a$$

$\alpha_a$ : crecimiento constante de la relación producción-trabajo

77. curva de phillips

$$\dot{w} = w \cdot \left( w_0 + w_1 \cdot (L/Pop - w_2) + w_3 \cdot \frac{\dot{p}}{p} \right)$$

$w_3$ : ilusión monetaria

78. Ingreso disponible por salarios y subcidios

$$YD_H^L = (1 - \tau) \cdot w \cdot L + G_E$$

79. Ingreso disponible por motivos financieros

$$YD_H^F = i_D \cdot D^D + i_G^B \cdot B_G^H + Div_F + Div_B + Rem$$

80. Consumo Objetivo

$$C_H^T = m_1 \cdot YD_H^L + m_2 \cdot YD_H^F + m_3 \cdot (D^D + B_G^H)$$

81. propención marginal a consumir de ingresos laborales

$$m_1 = 1 - \lambda_0^L \cdot (i_D - \dot{p}/p)^{\lambda_1^L}$$

82. propención marginal a consumir de ingresos financieros

$$m_2 = 1 - \lambda_0^F \cdot (i_D - \dot{p}/p)^{\lambda_1^F}$$

83. propención marginal a consumir de riqueza (o del ahorro previo)

$$m_3 = 1 - \lambda_0^W \cdot (i_D - \dot{p}/p)^{\lambda_1^W}$$

84. Variación del consumo de los hogares

$$\dot{C}_H = \beta_C \cdot (C_H^T - C_H)$$

85. Ahorro de los hogares

$$\begin{aligned} S_H &= YD_H^L + YD_H^F - C_H \\ &= \dot{D}^D + \dot{B}_G^H \end{aligned}$$

86. Variación de los bonos del gobierno que adquieren los hogares

$$\dot{B}_G^H = v_H \cdot S_H$$

87. Variación de los depósitos

$$\dot{D}^D = (1 - v_H) \cdot S_H$$

88. Retornos relativos entre bonos y depósitos

$$v_H = \Omega_0^A + \Omega_1^A \cdot \left( \frac{1 + i_G^B}{1 + i_D} \right)^{\rho_A}$$

## 7.1 Resto del mundo y flujos de portafolio

89. Flujos financieros que entran a la economía doméstica

$$WFF_D = \beta_W FF \cdot WFF$$

90. Flujos financieros globales

$$WWF = \Phi \cdot GDP_W p_W$$

91. porción de los fondos globales que entran en la economía

$$\beta_W FF = \beta_{GF}^0 \cdot \text{Tanh} \left[ \beta_{GF}^1 \cdot \left( \frac{r_G^{B,e} - r^{W,e}}{r^{W,e}} \right) \right]$$

92. Rendimiento extranjero esperado

$$r_G^{B,e} = \frac{(1 + i_G^B)(1 - rsk)}{\frac{e_N^e + \dot{e}_N^e}{e_N}}$$

93. Rendimiento doméstico esperado

$$1 + i_G^W$$

94. Riesgo país

$$rsk = \frac{\nu_1}{1 + e^{\nu_2 - \nu_3 \cdot NIIP}}$$

95. Posición de inversión internacional

$$NIIP = - \frac{R^{FX} \cdot e_N - L_B^{FX} \cdot e_N - B_G^W}{Y^P \cdot p - IM \cdot p^W \cdot e_N}$$

## 8 Dinámica del tipo de cambio

96. variación de la tasa de cambio nominal

$$\dot{e}_N = e_N \cdot \left( \frac{D^{FX} - S^{FX}}{S^{FX}} \right)$$

97. Demanda de divisa

$$^{FX} = IM \cdot P_w + \frac{IA}{e_N} + \dot{R}^{B,FX,NOP}$$

98. oferta de divisa

$$S^{FX} = \frac{X}{e_N} + WFF_D + \dot{L}_B^{FX} - \dot{R}^{CB,FX,I}$$

99. variación esperada del tipo de cambio nominal

$$\begin{aligned} \dot{e}_N^e &= \beta_{e_N^e} \cdot \left[ \cdot \left( \frac{1 + i^F}{(1 + i^p)(1 - rsk)} \right)^{\rho_{e_N^e}} \cdot e_N - e_N^e \right] \\ \dot{e}_N^e &= \beta_{e_N^e} (e_N - e_N^e) \end{aligned}$$

## 9 Balanza de pagos

100. Cuenta de ingreso

$$IA = Rem \cdot e_N - i_G^B \cdot B_G^W - e_N \cdot i_B^{L,FX} \cdot L_B^{FX}$$

101. Remesas

$$Rem = rem \cdot GDP_W \cdot p_W$$

102. Restricciones de la balanza de pagos

$$\dot{R}^{FX} = \frac{X}{e_N} - IM \cdot p_W + \frac{\dot{B}_G^W}{e_N} + \dot{L}_B^{FX} + \frac{IA}{e_N}$$

103. Variación en tenencias extranjeras de Bonos del gobierno

$$\dot{B}_G^W = WFF_D \cdot e_N$$