

N° 536

LA DINÁMICA DE LA
INVERSIÓN EN UNA
ECONOMÍA PRIMARIO
EXPORTADORA:
UN MODELO

Waldo Mendoza Bellido

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 536

La dinámica de la inversión en una economía primario
exportadora: un modelo

Waldo Mendoza

Julio, 2024



PUCP

Departamento
Académico de Economía

DOCUMENTO DE TRABAJO 536
<http://doi.org/10.18800/2079-8474.0536>

La dinámica de la inversión en una economía primario exportadora: un modelo

Documento de Trabajo 535

@ Waldo Mendoza

Editado:

© Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria 1801, Lima 32 – Perú.

Teléfono: (51-1) 626-2000 anexos 4950 - 4951

econo@pucp.edu.pe

<https://departamento-economia.pucp.edu.pe/publicaciones/documentos>

Encargado de la Serie: Gabriel Rodríguez

Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú

gabriel.rodriguez@pucp.edu.pe

Primera edición – Julio, 2024

ISSN 2079-8474 (En línea)

LA DINÁMICA DE LA INVERSIÓN EN UNA ECONOMÍA PRIMARIO EXPORTADORA: UN MODELO.

Waldo Mendoza Bellido¹

RESUMEN

En este trabajo se presenta un modelo que intenta reflejar el marco institucional de una economía primario-exportadora que financia sus inversiones en el exterior. Es una versión dinámica del modelo del acelerador flexible adaptada para una economía abierta que produce con un factor de producción no renovable.

El modelo se ha construido para simular los efectos de los cambios en las condiciones internacionales, así como del simple paso del tiempo, sobre la dinámica del stock de capital y la inversión de la economía.

El modelo muestra que, cuando hay costos de ajuste y se produce un choque exógeno, la economía no alcanza su stock de capital óptimo instantáneamente sino gradualmente. El modelo también muestra que, cuando hay un factor productivo no renovable, el solo paso del tiempo reduce el capital óptimo de la economía. Si no se descubren nuevos yacimientos del recurso no renovable, en el límite del paso del tiempo, la economía puede dejar de producir la materia prima de exportación.

Palabras clave: Inversión en economías primario exportadoras, recursos no renovables, costos de ajuste, stock de capital óptimo, estática comparativa, dinámica comparativa.

Códigos JEL: E22, L72.

¹ Profesor del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). El autor agradece la impecable asistencia, así como los comentarios, de Rafael Vilca. Así mismo, los finos comentarios de Marco Vega que permitieron mejorar una versión anterior de este documento.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9422-7908>

ABSTRACT

This paper presents a model that attempts to reflect the institutional framework of a primary exporting economy that funds its investments abroad. It is a dynamic version of the flexible accelerator model for an open economy that produces with a non-renewable factor of production.

The model has been constructed to simulate the effects of changes in international conditions, as well as the simple passage of time, on the dynamics of the capital stock and investment in the economy.

The model indicates that when there are adjustment costs and an exogenous shock occurs, the economy does not reach its optimal capital stock instantaneously, but gradually. Additionally, the model shows that with a non-renewable productive factor, the optimal capital of the economy decreases over time. Without discovering new deposits of the non-renewable resource, at the limit of the passage of time, the economy might cease production of the raw material for export.

Keywords: Investment in primary exporting economies, non-renewable resources, adjustment costs, optimal capital stock, comparative statics, comparative dynamics.

JEL Codes: E22, L72.

INTRODUCCIÓN

El Perú es una economía primario exportadora donde alrededor del 60 por ciento de las exportaciones totales son de minerales. Estos minerales, llamémosles minerales “procesados”, se producen a partir de minerales “en bruto”, un recurso natural no renovable, agotable o capital no reproducible, con un plazo fijo de agotamiento. Este sector financia casi íntegramente el total de sus inversiones en el exterior, a una tasa de interés fijada en el mercado mundial.

¿Cuáles son los determinantes de la inversión privada en una economía con estas características?

El objetivo de este trabajo es contestar analíticamente a esta pregunta. Para ese propósito, se construye un modelo teórico, el cual tiene dos subsistemas. En el primer subsistema se presenta el proceso de optimización empresarial con el cual se alcanza el stock de capital que maximiza las ganancias, denominado stock de capital deseado u óptimo. En el segundo subsistema, dado que la empresa no puede modificar instantáneamente el stock de capital para alcanzar su nivel óptimo, pues hay costos que impiden el ajuste instantáneo, se presentan estos costos que hacen que el ajuste de la planta a su nivel óptimo sea gradual y no instantáneo. De esta manera, se arriba a un modelo dinámico, en tiempo discreto, donde las variables endógenas son el stock de capital y la inversión.

El modelo es utilizado para simular los efectos de un alza en el precio mundial de las exportaciones mineras, la reducción de la tasa de interés internacional y los efectos del paso del tiempo, fundamental cuando se produce a partir de recursos no renovables.

Dado que el modelo es dinámico en tiempo discreto, estas preguntas se pueden hacer, por el método de la estática comparativa, para el corto plazo, o periodo de impacto; para el tránsito hacia el equilibrio estacionario, y para el equilibrio estacionario, para cuando las variables endógenas han alcanzado un equilibrio definitivo, y dado que también contamos con las trayectorias del stock de capital y la inversión, también podremos realizar ejercicio de dinámica comparativa.

El contenido de este documento es el siguiente. En la siguiente sección se presenta el modelo teórico. En la sección 2 se desarrollan los conceptos de estática comparativa, corto plazo, tránsito hacia el equilibrio estacionario y equilibrio estacionario. En la sección 3 se abordan los conceptos de dinámica comparativa y las trayectorias del stock

de capital y la inversión. En la sección 4 se realizan ejercicios de estática y dinámica comparativa sobre los efectos del contexto internacional y del transcurso del tiempo sobre el stock de capital y la inversión. Por último, hay una sección 5 de conclusiones e implicancias.

1. EL MODELO²

Este modelo es una extensión del modelo de economía cerrada presentado en el capítulo 4 del libro de De Gregorio (2007), un modelo de la variedad del acelerador flexible de Hall y Jorgenson (1967). Las principales extensiones son tres. En primer lugar, se ha formalizado el modelo de tal manera que se pueden hacer ejercicios de estática y dinámica comparativa para las variables endógenas del modelo: el stock de capital y la inversión. En segundo lugar, se ha considerado la apertura de la economía al comercio internacional y al mercado de capitales. En tercer lugar, siguiendo a Sorensen y Whitta-Jacobsen (2008), se ha incorporado la presencia de un factor de producción no renovable o no reproducible.

En este modelo, la empresa capitalista que maximiza utilidades elige un stock de capital óptimo, consistente con su racionalidad. Sin embargo, hay algunos costos de ajuste que impiden a la empresa alcanzar instantáneamente el stock de capital óptimo, por lo que se configura un tránsito gradual hacia dicho óptimo.

Por eso, el modelo tiene dos subsistemas. En el primero, se presenta el caso de una empresa que exporta materias primas, obtenidas a partir de la explotación de recursos no renovables, mineros, digamos, y que financia íntegramente sus inversiones en el exterior, a una tasa de interés fijada en el mercado mundial. La demanda de capital en este sector es una demanda derivada de la producción minera, y a partir de un proceso de optimización empresarial se alcanza el stock de capital que maximiza las ganancias, el stock de capital deseado u óptimo.

En el segundo subsistema, dado que la empresa no puede modificar instantáneamente el stock de capital para alcanzar su nivel óptimo, pues hay costos que impiden el ajuste instantáneo, se presentan estos costos que hacen que el ajuste de la planta a su nivel

² Un antecedente de este modelo es el de Mendoza y Collantes (2018).

óptimo sea gradual y no instantáneo. La empresa enfrenta dos costos para poder alcanzar el stock de capital óptimo. El primero es el costo de que el capital de la empresa esté lejos de su nivel óptimo. El otro está asociado al volumen de inversión misma, pues cuando mayor sea el monto de la inversión, mayor será ese coste.

1.1 El stock óptimo de capital

Se asume una economía pequeña y abierta en los mercados de bienes y en los mercados financieros. En el mercado de bienes, la producción de materias primas se destina íntegramente a la exportación, a un precio dado por el mercado mundial y, en el mercado financiero, existe el financiamiento externo para la inversión en este sector, a la tasa de interés internacional vigente.

Consideremos la siguiente función de producción de la materia prima de exportación, el “mineral procesado”, una adaptación del capítulo 7.2 de Sorensen y Whitta-Jacobsen (2008), referido al modelo de Solow en presencia de un factor de producción no renovable o no reproducible.

$$Y_t = HK_t^\alpha L_t^\beta M_t^\gamma; \alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (1)$$

En esta ecuación, Y_t es el volumen de producción del mineral procesado, H refleja la infraestructura pública complementaria para la actividad minera, K_t el stock de capital necesario para la explotación de minerales, el capital reproducible, L_t la mano de obra empleada en la minería y M_t es el factor de producción no renovable, el “mineral en bruto” utilizado en el proceso productivo.

Dado que estamos en presencia de un factor de producción que es un recurso natural no renovable, debemos plantear una ecuación que modele el uso y el plazo de agotamiento de dicho recurso. La ecuación (2) establece que al inicio del periodo $t + 1$, el stock del mineral en bruto (R_{t+1}) es igual al stock existente en el periodo previo (R_t), menos la parte utilizada en el proceso productivo de ese periodo (M_t). Es decir,

$$R_{t+1} = R_t - M_t \quad (2)$$

Si se postula que en cada periodo se utiliza una fracción constante ρ de las reservas existentes del mineral en bruto, entonces,

$$M_t = \rho R_t; 0 < \rho < 1 \quad (3)$$

Es decir,

$$R_{t+1} = (1 - \rho)R_t \quad (4)$$

Si R_0 es el stock inicial de recursos mineros, entonces:

$$R_1 = (1 - \rho)R_0$$

$$R_2 = (1 - \rho)(1 - \rho)R_0 = (1 - \rho)^2 R_0$$

$$R_3 = (1 - \rho)(1 - \rho)(1 - \rho)R_0 = (1 - \rho)^3 R_0$$

Esto significa que el stock de este recurso tiene una dinámica propia. A partir de un valor inicial de R_0 , el stock de recursos mineros evoluciona a lo largo del tiempo según la fórmula siguiente,

$$R_t = (1 - \rho)^t R_0 \quad (5)$$

El flujo de uso de recursos mineros vendrá entonces dado por,

$$M_t = \rho(1 - \rho)^t R_0 \quad (6)$$

El stock inicial de recursos no renovables nunca es conocido en realidad. Usualmente se distingue entre “reservas probadas” y “reservas potenciales” o “reservas probables”. Lo interesante es que R_0 es de por sí una variable endógena que se determina por la dinámica de la actividad exploratoria del recurso. Conocer este valor es vital también porque es clave para la valoración marginal del recurso escaso.

En rigor, en la empresa que maximiza beneficios, la elección óptima de K_t , L_t y M_t debería realizarse de manera conjunta y no como aquí donde la evolución del recurso no renovable se conoce antes del proceso de optimización.

Reemplazando la ecuación (6) en la función de producción (1), arribamos a la siguiente expresión con los determinantes de la producción del mineral procesado en esta economía.

$$Y_t = HK_t^\alpha L_t^\beta [\rho(1 - \rho)^t R_0]^\gamma \quad (7)$$

La implicancia de esta función de producción es que si, a lo largo del tiempo, no se descubren nuevos yacimientos mineros, este factor productivo se irá reduciendo irremediabilmente. El simple paso del tiempo tiene sus consecuencias en la función de producción de esta economía.

Por otro lado, se asume que toda la producción del mineral procesado se destina a la exportación. Como estamos en el contexto de una economía pequeña y abierta, el producto se vende al precio en dólares determinado por la demanda internacional.

$$P^* = P_0^* \quad (8)$$

El beneficio en moneda local de la empresa minera viene dado por la diferencia entre los ingresos provenientes de la venta del mineral procesado (EP^*Y), donde E es el tipo de cambio nominal, y los costos variables asociados al pago a los factores productivos utilizados en la producción de cobre procesado: el pago de los intereses de la deuda, ajustada por la tasa de depreciación del stock de capital, $E(r^* + \delta)K$, siendo δ la tasa de depreciación, el pago de salarios a los trabajadores, WL , siendo W el salario nominal por trabajador y L el número de trabajadores, y el costo del mineral en bruto, $P_M M$, siendo P_M el costo en moneda local por tonelada de mineral en bruto y M el número de toneladas de dicho mineral. Estamos suponiendo que el empresario es propietario del capital, adquirido en dólares a través de un crédito, por lo que paga una tasa de interés, también en dólares, y como el capital se deprecia, también hay un costo por depreciación de la maquinaria³. Es decir, los beneficios de esta empresa, expresados en moneda local, vienen dados por,

$$\Pi^Y = EP^*Y - E(r^* + \delta)K - WL - P_M M \quad (9)$$

En base a un ejercicio de optimización, donde la empresa minera maximiza sus ganancias, ecuación (9), sujeta a la función de producción, ecuación (1), se infiere que la empresa minera debe elegir el stock de capital tal que iguale el rendimiento del capital, que es igual al valor de la productividad marginal del capital, P^*Y_k , siendo Y_k el producto marginal del capital, neto de la tasa de depreciación, con la tasa de interés internacional, como en la ecuación (10).

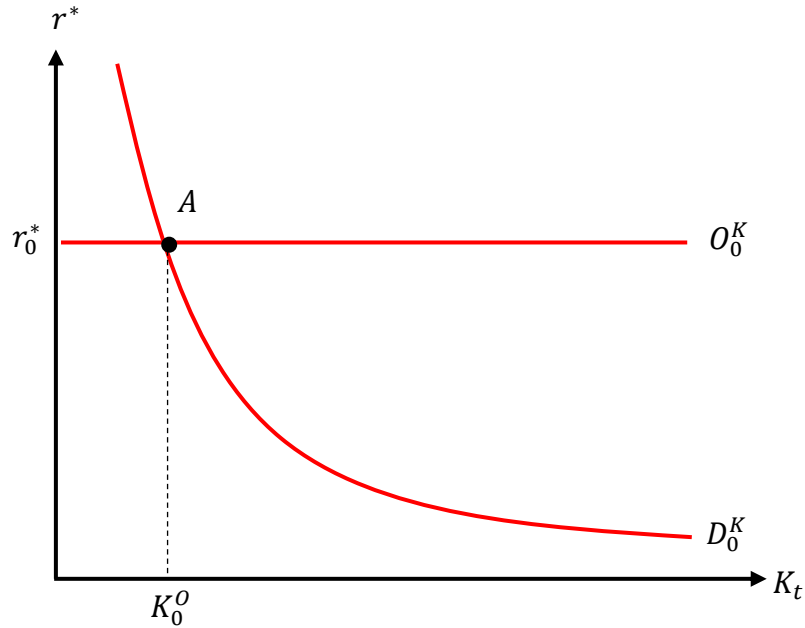
$$P^*Y_k - \delta = r^* \quad (10)$$

En la figura 1 se representa este equilibrio. Por un lado, se representa la curva del valor de la productividad marginal del capital, neto de depreciación, que es la curva de demanda de capital, la cual tiene pendiente negativa debido a que el producto marginal del capital decrece a medida que aumenta el stock de capital. Por otro lado, la recta horizontal representa la oferta internacional de fondos prestables, al nivel de la tasa de interés internacional, la oferta de capital. En el cruce de estas curvas, cuando el rendimiento del capital iguala a la tasa de interés internacional, el stock de capital de la empresa es el óptimo o deseado, el que hace máxima la ganancia empresarial.

³ Para simplificar, estamos también asumiendo que el precio de una unidad de capital es US\$ 1. Por eso no aparece este precio en la ecuación (9).

Figura 1

El stock de capital óptimo



Para obtener una solución analítica del stock de capital óptimo, observemos que el producto marginal del capital (Y_K) puede obtenerse a partir de la ecuación (1) y viene dado por,

$$Y_k = \frac{\alpha Y_0}{K} \quad (11)$$

Donde $Y_0 = HK_0^\alpha L_0^\beta M_0^\gamma = HK_0^\alpha L_0^\beta [\rho(1 - \rho)^t R_0]^\gamma = HK_0^\alpha L_0^\beta [\rho R_0]^\gamma$ ⁴ es la producción minera en la situación inicial. Note que la regla de extracción del recurso metálico implica que la producción minera tiende a cero ($Y_0 \rightarrow 0$) conforme el tiempo tiende a infinito ($t \rightarrow \infty$). Es lo que pasa cuando en una función de producción está presente un factor productivo no renovable.

En consecuencia, combinando las ecuaciones (10) y (11), el stock de capital deseado u óptimo (K^o), es igual a,

$$K^o = \frac{P^* \alpha Y_0}{r^* + \delta} = \frac{P^* \alpha H K_0^\alpha L_0^\beta [\rho R_0]^\gamma}{r^* + \delta} \quad (12)$$

El stock de capital óptimo de la empresa será mayor conforme más alta sea la producción minera inicial o el precio mundial de las exportaciones mineras, y conforme

⁴ $(1 - \rho)^0 = 1$.

más baja sea la tasa de interés internacional o la tasa de depreciación. La producción inicial a su vez, es una función directa del stock inicial disponible de recursos mineros. Si no se descubren nuevos recursos mineros, el stock disponible de recursos declina periodo tras periodo conforme es usado en el proceso productivo, y como resultado la demanda por capital del sector minero debe caer también periodo tras periodo.

1.2 La dinámica del stock de capital y la inversión

La ecuación (12) describe una situación irreal en la que la empresa puede modificar instantáneamente el stock de capital para alcanzar su nivel óptimo. En la práctica eso no es posible, pues hay costos que impiden el ajuste instantáneo. Como ejemplo, si una empresa necesita ampliar el tamaño de la planta, tiene que detener su funcionamiento, capacitar a los trabajadores para usar la planta ampliada, construir la planta, etcétera. Hay, entonces, costos de ajuste e irreversibilidades que hacen que el ajuste de la planta a su nivel óptimo sea gradual y no instantáneo.

Una empresa enfrenta a dos costos para poder alcanzar el stock de capital óptimo⁵. El primero es el costo de que el capital de la empresa al inicio del periodo $t + 1$, K_{t+1} , esté lejos de su nivel óptimo (K^0), lo que implica que la empresa está obteniendo menores utilidades que las que obtendría en una situación ideal, pues no está maximizando beneficios. El otro está asociado al volumen de inversión misma ($K_{t+1} - K_t$), pues cuando mayor sea el monto de la inversión, mayor será ese coste.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la función de costos de ajuste de la empresa vendrá dada por,

$$C = \epsilon(K_{t+1} - K^0)^2 + (K_{t+1} - K_t)^2 \quad (13)$$

En esta presentación, la incorporación del parámetro ϵ nos sirve para diferenciar la importancia relativa de los dos tipos de costos a los que enfrenta la empresa. Si $\epsilon > 1$, el costo de alterar el stock de capital hasta su nivel deseado será el relativamente más importante; si $0 < \epsilon < 1$, el costo de alterar el stock de capital será el relativamente más importante.

⁵ Véase De Gregorio (2007). Anteriormente, Eisner, R y Strotz, R.H. (1963), y Lucas (1976).

Como la empresa conoce K_t y K^0 , debe decidir el nivel de K_{t+1} que le permita minimizar sus costos. En consecuencia, la primera condición para minimizar costos es⁶,

$$\frac{\partial c}{\partial K_{t+1}} = \epsilon(K_{t+1} - K^0) + (K_{t+1} - K_t) = 0$$

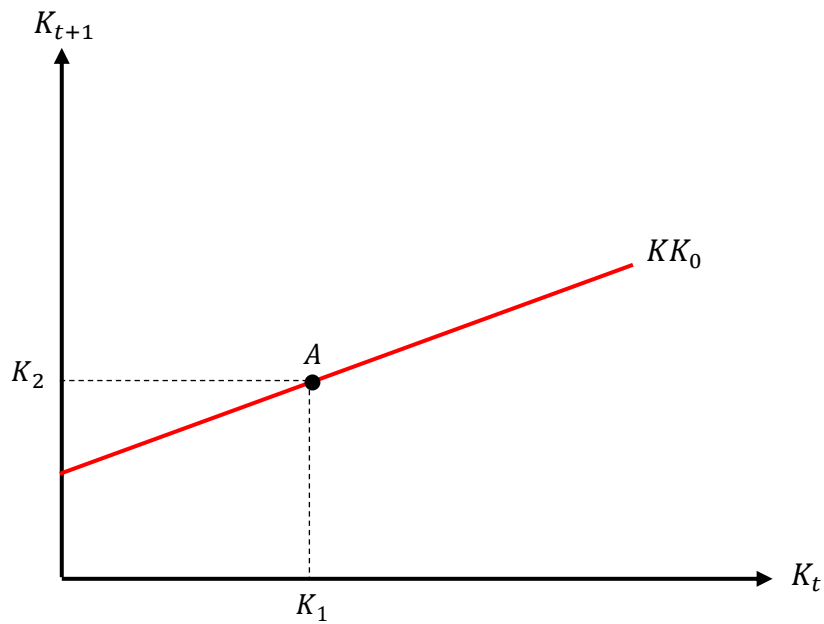
De la primera condición de minimización de costos, según la ecuación (14), el stock de capital al inicio del periodo $t + 1$ es igual a:

$$K_{t+1} = \frac{K_t}{1+\epsilon} + \lambda K^0; 0 < \lambda = \frac{\epsilon}{1+\epsilon} < 1 \quad (14)$$

Esta dinámica se representa con la figura 2.

Figura 2

La dinámica del stock de capital



O, equivalentemente, a partir de la ecuación (14), puede derivarse que la inversión durante el periodo t^7 , I_t , vendrá dada por:

⁶ La segunda condición también se cumple, pues $C_{K_{t+1}K_{t+1}} = 1 + \epsilon > 0$.

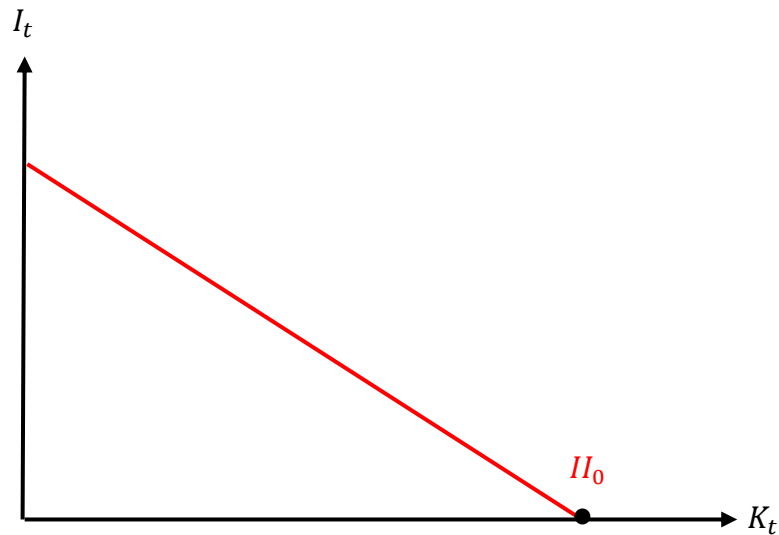
⁷ Note que estamos haciendo la distinción entre las variables de stock, como el stock de capital, que lo medimos en un punto del tiempo, y las variables flujo, como la inversión, que las medimos durante un periodo de tiempo.

$$I_t = (K_{t+1} - K_t) = \lambda(K^0 - K_t)^8 \quad (15)$$

La ecuación con la dinámica de la inversión se representa en la figura 3.

Figura 3

La dinámica de la inversión

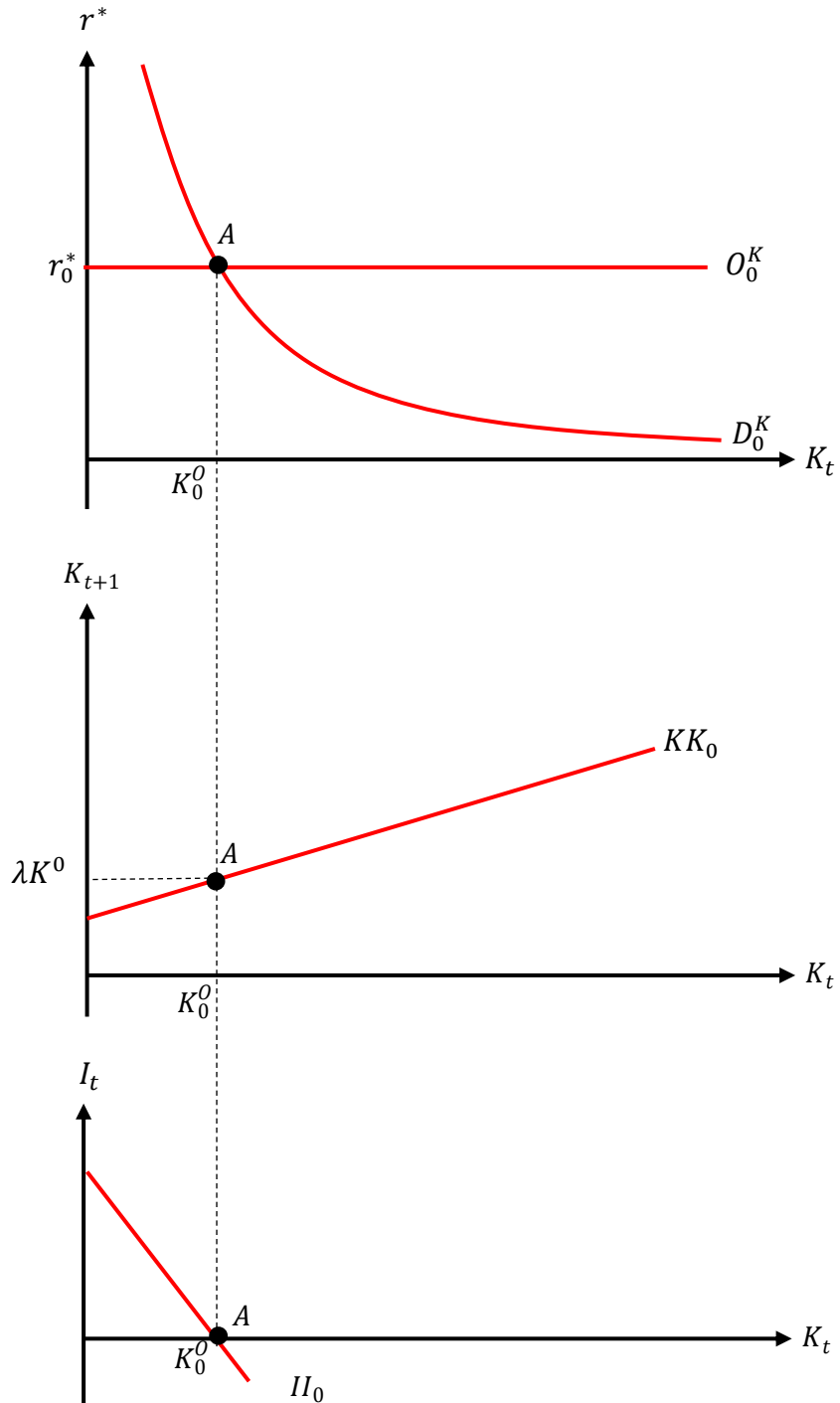


Combinando las figuras 1, 2 y 3, construimos la figura 4, en la que se muestra el stock de capital óptimo, y las dinámicas del stock de capital y la inversión.

⁸ Esta es una ecuación para la inversión neta. Para tratar la inversión bruta habría que incorporar la tasa de depreciación (δ) en el segundo término de la ecuación (15). Haciendo eso se llega a la ecuación de la inversión bruta: $I_{bt} = [K_{t+1} - (1 - \delta)K_t] = \lambda[K^0 - (1 - \delta)K_t]$.

Figura 4

El modelo



Tenemos a la mano un modelo dinámico en tiempo discreto. Con este modelo podemos realizar ejercicios de estática comparativa, comparar dos puntos de equilibrio, y

dinámica comparativa, comparar dos trayectorias de equilibrio. Nuestras variables endógenas de interés son el stock de capital y la inversión.

2. ESTÁTICA COMPARATIVA, CORTO PLAZO, DINÁMICA DE TRANSICIÓN Y EQUILIBRIO ESTACIONARIO

En este modelo dinámico en tiempo discreto existen tres tipos de equilibrio. El equilibrio de corto plazo, que se refiere al equilibrio que se alcanza en el primer periodo o periodo de impacto. El equilibrio estacionario, es el equilibrio definitivo, cuando todas las variables endógenas han dejado de moverse, cuando las variables endógenas de un periodo son iguales a las del periodo anterior. Por último, existen los equilibrios “transitorios”, que se producen entre un periodo y otro, en el tránsito hacia el equilibrio estacionario final.

Con la estática comparativa evaluamos los impactos de corto plazo, los impactos en el primer periodo; los impactos en el equilibrio estacionario, los impactos entre el equilibrio estacionario inicial y el final; y los impactos en la dinámica de transición, es decir, los impactos en cada uno de los periodos distintos al del corto plazo, hasta que la economía alcance un nuevo equilibrio estacionario. Para hacer los ejercicios del corto plazo y el tránsito hacia el equilibrio estacionario nos valemos de las ecuaciones (14) y (15), y considerando lo que pase con el stock de capital óptimo, ecuación (12).

$$K_{t+1} = \frac{K_t}{1+\epsilon} + \lambda K^0; 0 < \lambda = \frac{\epsilon}{1+\epsilon} < 1 \quad (14)$$

$$I_t = (K_{t+1} - K_t) = \lambda(K^0 - K_t) \quad (15)$$

$$K^0 = \frac{P^* \alpha Y_0}{r^* + \delta} = \frac{P^* \alpha A K_0^\alpha L_0^\beta [\rho R_0]^\gamma}{r^* + \delta} \quad (12)$$

Con el apoyo de estas ecuaciones podemos evaluar los efectos en las variables endógenas en el corto plazo y el tránsito hacia el equilibrio estacionario, derivados de cambios en las variables exógenas del modelo.

Las variables endógenas de este modelo son el stock de capital *al inicio* del periodo $t + 1$ y la inversión *durante* el periodo t . Las principales variables exógenas son los determinantes del stock de capital óptimo. Los resultados de estática comparativa se obtienen secuencialmente.

Si el movimiento de alguna variable exógena altera el valor del capital óptimo, ecuación (12), utilizando la ecuación (14) sabremos qué pasa con el stock de capital al principio del periodo t+1. Con este valor, podremos saber qué sucede con la inversión durante el periodo t. Esto será lo que suceda en el corto plazo.

Para averiguar qué pasa en el tránsito hacia el equilibrio estacionario, solo necesitamos las ecuaciones (14) y (15). Para evaluar qué pasa en el segundo periodo, en la ecuación (14), en vista que en este periodo el stock de capital óptimo ya no se mueve, todo lo que hay que hacer es proyectar el stock de capital sobre la base de lo que pasó con el stock de capital en el periodo anterior, el periodo uno. Con lo obtenido, se puede obtener lo que pasa con la inversión en el segundo periodo. Y así sucesivamente.

La estática comparativa puede también aplicarse al equilibrio estacionario. En los modelos en tiempo discreto de este tipo, el equilibrio estacionario se alcanza cuando las variables endógenas dejan de moverse. Es decir, cuando el valor de la variable endógena de un periodo es igual a su valor del periodo anterior. Con esta definición de equilibrio estacionario, de las ecuaciones (14) y (15) arribamos a los valores de equilibrio estacionario del stock de capital y la inversión.

$$K^{ee} = K_{t+1} = K_t = K^0 \quad (16)$$

$$I^{ee} = I_t = K_{t+1} - K_t = 0 \quad (17)$$

En el equilibrio estacionario inicial debe cumplirse que el stock de capital permanece constante y es igual al nivel óptimo, y la inversión (neta) es nula.

Para el razonamiento analítico, además de las ecuaciones nombradas, necesitamos de la ecuación (10), que representa igualdad entre el rendimiento del capital, el valor de la productividad marginal del capital neto de la tasa de depreciación, y la tasa de interés internacional. Es de esta ecuación que se obtiene el stock de capital óptimo.

$$P^*Y_k - \delta = r^* \quad (10)$$

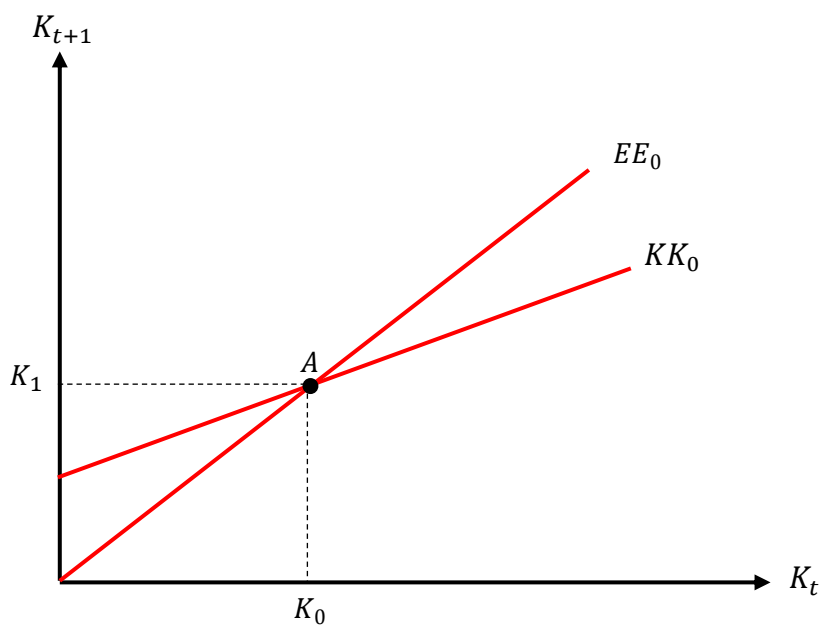
Cuando el rendimiento del capital es mayor a la tasa de interés internacional, conviene a la empresa minera invertir más; y no le conviene en el caso opuesto. Cuando el rendimiento del capital es igual a la tasa de interés internacional, la economía está en equilibrio.

Por último, necesitamos incorporar en la presentación gráfica del modelo el concepto de equilibrio estacionario. Concentremos la atención en la recta KK de la figura 4, la ecuación (14) de la dinámica del stock de capital, recordando que la ecuación (15) es un simple derivado de la ecuación (14).

¿Cómo podemos representar en el plano (K_{t+1}, K_t) la condición de equilibrio estacionario? Como en equilibrio estacionario el stock de capital en el periodo $t + 1$ debe ser igual al del periodo t , la figura que representa este equilibrio estacionario debe ser una línea de 45 grados que parte desde el origen. Si combinamos esta recta con la ecuación de la recta KK , la ecuación (14), arribamos a la figura 5, donde se representa la dinámica y el equilibrio estacionario del stock de capital. La recta EE representa la recta de equilibrio estacionario.

Figura 5

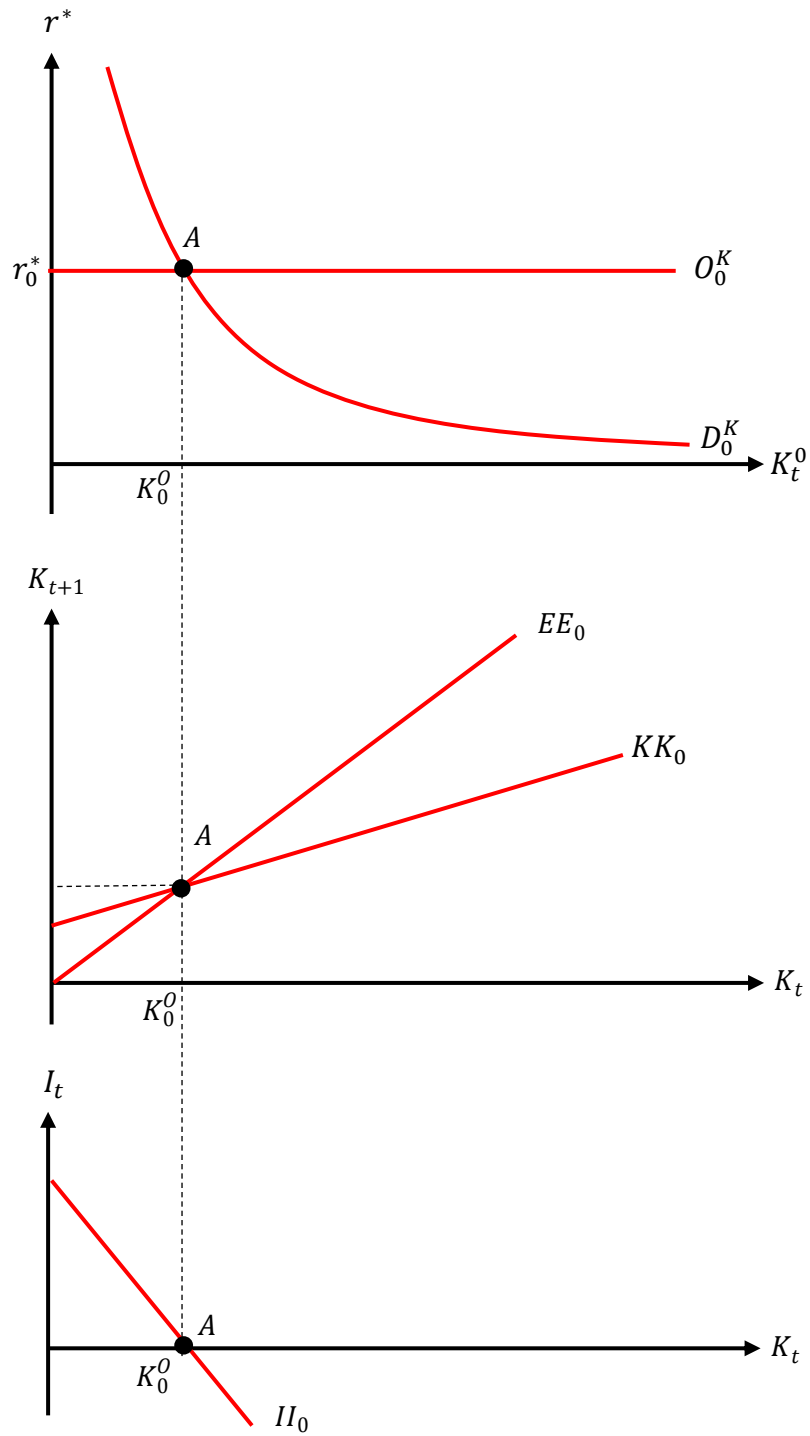
Dinámica y equilibrio estacionario del stock de capital



De esta manera, el modelo completo se representa en la figura 6.

Figura 6

El modelo completo



3. DINÁMICA COMPARATIVA Y TRAYECTORIAS DEL STOCK DE CAPITAL Y LA INVERSIÓN

La dinámica comparativa consiste en comparar las trayectorias de equilibrio de las variables endógenas. Para ese objetivo necesitamos obtener las ecuaciones que describen dichas trayectorias obteniendo la solución analítica para las ecuaciones (14) y (15).

Si solucionamos la ecuación (14), que es una ecuación en diferencias de primer grado, obtenemos la ecuación (18), que describe la trayectoria a lo largo del tiempo del stock de capital.

$$K_t = (K_0 - K^0) \left(\frac{1}{1+\epsilon}\right)^t + K^0 \quad (18)$$

Donde K_0 es el capital en su nivel inicial, cuando $t = 0$, y K^0 es el capital en el equilibrio estacionario, cuando $t \rightarrow \infty$, equivalente al stock de capital óptimo.

La pendiente de esta curva viene dada por,⁹

$$\left. \frac{\partial K_t}{\partial t} \right|_{KK} = (K_0 - K^0) \left(\frac{1}{1+\epsilon}\right)^t \ln \left(\frac{1}{1+\epsilon}\right) \geq 0, \text{ dependiendo de si } K^0 \geq K_0.$$

Reemplazando (18) en (15), se puede obtener también la ecuación que reproduce la trayectoria a lo largo del tiempo de la inversión.

$$I_t = \lambda(K^0 - K_0) \left(\frac{1}{1+\epsilon}\right)^t \quad (19)$$

La pendiente de esta curva es:

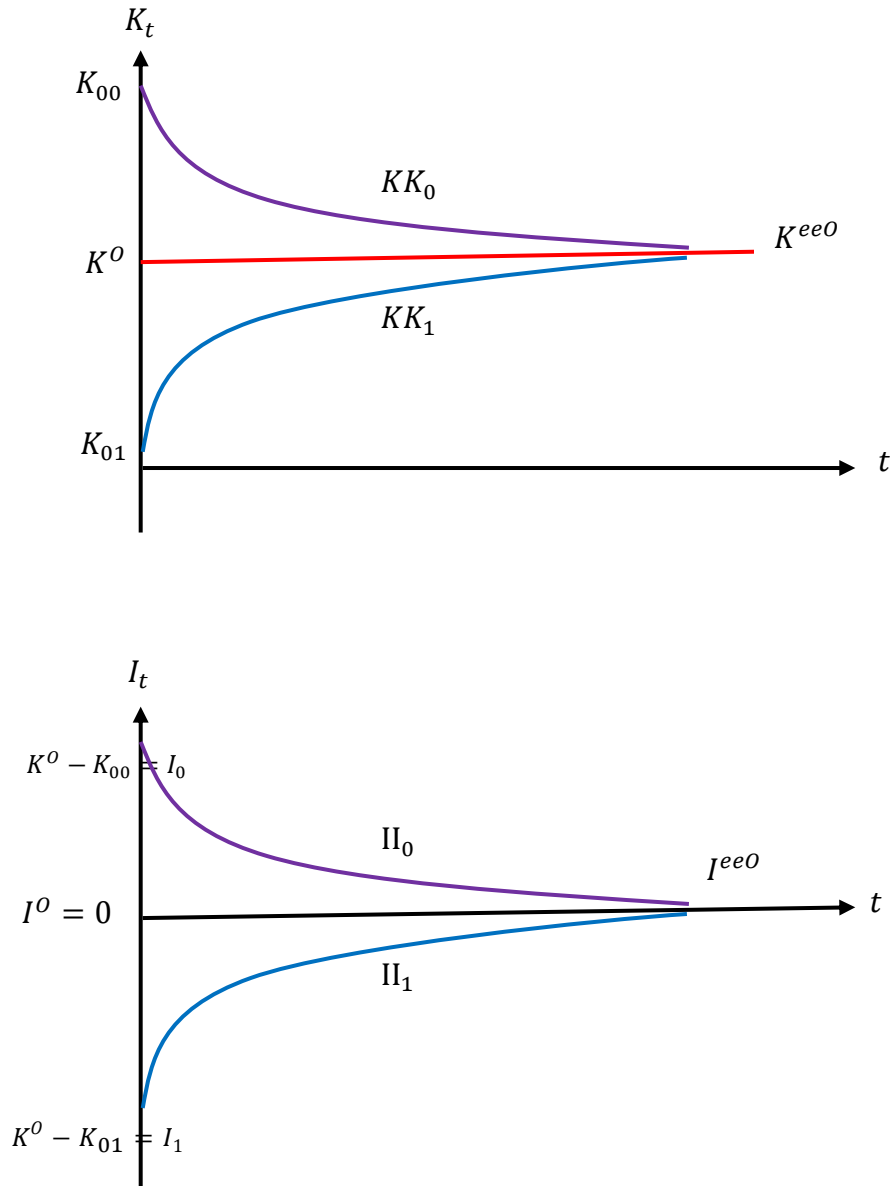
$$\left. \frac{\partial I_t}{\partial t} \right|_{II} = \lambda(K^0 - K_0) \left(\frac{1}{1+\epsilon}\right)^t \ln \left(\frac{1}{1+\epsilon}\right) \geq 0, \text{ dependiendo de si } K^0 \geq K_0.$$

En la figura 7 se representan las ecuaciones (18) y (19), que replican la dinámica del stock de capital y la inversión. Puede notar que para cada uno de estos casos las pendientes de las curvas son distintas, dependiendo del valor inicial de la brecha entre el stock de capital inicial y el stock de capital óptimo, $K_0 - K^0$.

⁹ Si $Y_t = b^{f(t)}$, entonces, $\frac{\partial Y_t}{\partial t} = f'(t)b^{f(t)} \ln b$.

Figura 7

La dinámica del capital y la inversión



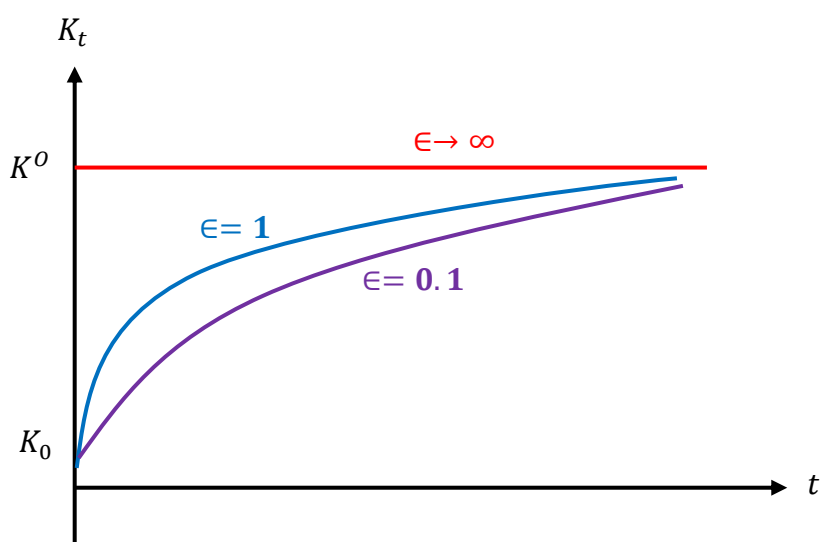
En la figura 8 puede apreciarse que el tiempo que demora alcanzar el equilibrio estacionario depende del parámetro ϵ . Cuanto más alto es este parámetro, más corto es el tiempo que la economía necesita para alcanzar dicho equilibrio.

Matemáticamente, véase la ecuación (18), al encontrarse ϵ en el denominador, mientras más grande sea, más pequeña es la fracción $\left(\frac{1}{1+\epsilon}\right)^t$, por lo que tenderá hacia el stock de capital óptimo más rápidamente que en el caso que ϵ sea pequeño

En términos de la ecuación de costo de ajuste, (13), mientras más grande sea ϵ , se adjudica más importancia al costo de que el stock de capital esté alejado del stock de capital óptimo (el primer componente del costo de ajuste) y menor importancia al costo de instalar nuevo capital (el segundo componente del costo de ajuste). Por ambas razones, cuanto más alto es ϵ , menor debería ser el tiempo que la economía necesita para alcanzar el nuevo equilibrio.

Figura 8

El parámetro ϵ y las dinámicas del capital y la inversión



Por otro lado, en el contexto del modelo presentado, un ejercicio de dinámica comparativa consiste en mover una variable exógena, alguno de los determinantes del stock de capital óptimo, y evaluar sus efectos en las trayectorias del stock de capital y la inversión. Para este tipo de ejercicios, en el tiempo $t = 0$, puede partirse de una situación de equilibrio estacionario inicial, $K_0 = K^o, I_0 = I^o$, pero también puede partirse de una situación de desequilibrio, en el que el valor inicial de la variable endógena difiere de su valor de equilibrio estacionario $K_0 \neq K^o, I_0 \neq I^o$.

4. ESTÁTICAS Y DINÁMICAS COMPARATIVAS

En esta sección, utilizaremos el modelo para simular los efectos sobre el stock de capital y la inversión de un alza en el precio mundial de las exportaciones, una reducción de la

tasa de interés mundial y el efecto del transcurso de tiempo. Como lo que tenemos es un modelo dinámico en tiempo discreto, el análisis podemos hacerlo para el corto plazo, el tránsito hacia el equilibrio estacionario y el equilibrio estacionario, a través de la estática comparativa. Asimismo, como tenemos las ecuaciones que describen las trayectorias del stock de capital y la inversión, también podemos hacer ejercicios de dinámica comparativa.

i) Elevación del precio mundial de las exportaciones ($dP^* > 0$)

Estática comparativa

Partiendo de una situación de equilibrio estacionario inicial, donde el stock de capital está en su nivel óptimo y la inversión neta es nula, se produce una elevación del precio mundial de las exportaciones. En consecuencia, se eleva el valor de la productividad marginal del capital, por lo que el rendimiento del capital se ubica por encima de la tasa de interés internacional: una unidad adicional de capital añade a la producción más que el costo adicional de adquirir una unidad más de capital, la tasa de interés internacional, tal como se observa en la ecuación (10). En consecuencia, existe el incentivo para que la empresa adquiera más maquinaria, por lo que el stock de capital óptimo se eleva, como en la ecuación (12).

¿Qué pasa con el stock de capital y la inversión en el corto plazo?

En primer lugar, se eleva el stock de capital, pero solo en una fracción (λ) del alza del capital óptimo, como puede verse en la ecuación (14), pues el ajuste hacia el nuevo equilibrio estacionario es gradual. De acuerdo con la ecuación (15), la inversión se eleva con una fuerza similar.

¿Qué sucede en el tránsito hacia el equilibrio estacionario?

En el segundo periodo el stock de capital vuelve a subir pues, según la ecuación (14), el stock de capital en un periodo determinado depende del stock de capital del periodo anterior. El alza del stock de capital es solo en una fracción ($\frac{1}{1+\epsilon}$) del alza en el stock de capital en el periodo anterior.

Lo que sucede con la inversión en el periodo dos lo vemos en la ecuación (15). Según esta ecuación, la inversión en un periodo determinado depende negativamente del stock de capital de ese mismo periodo. En consecuencia, en el periodo dos la inversión se reduce, como consecuencia del alza en el stock de capital en ese periodo. La reducción es en una fracción (λ) del alza en el stock de capital.

En los siguientes periodos, el stock de capital continuará elevándose, en magnitudes cada vez más pequeñas, hasta alcanzar el nivel óptimo, y la inversión neta, que es la variación del stock de capital, continuará descendiendo, a ritmos cada vez menores, hasta dejar de caer y ser nula. Este proceso, de elevación a un ritmo decreciente del stock de capital y de una reducción también decreciente de la inversión, culminará cuando el stock de capital alcance su nuevo nivel óptimo, mayor que el inicial, y cuando la inversión sea nula.

¿Y qué pasa en el equilibrio estacionario?

De acuerdo con las ecuaciones (16) y (17), el stock de capital se elevará proporcionalmente con el alza del stock de capital óptimo y la inversión será nula.

En la figura 9 se observan los resultados de este ejercicio. En la parte superior se presenta la representación gráfica de la ecuación (10), que registra la intersección entre las curvas de demanda y oferta de capital. En el medio se gráfica la ecuación (14), que representa la dinámica del stock de capital. Finalmente, en la parte inferior, se presenta el gráfico de la ecuación (15), el cual muestra la dinámica de la inversión.

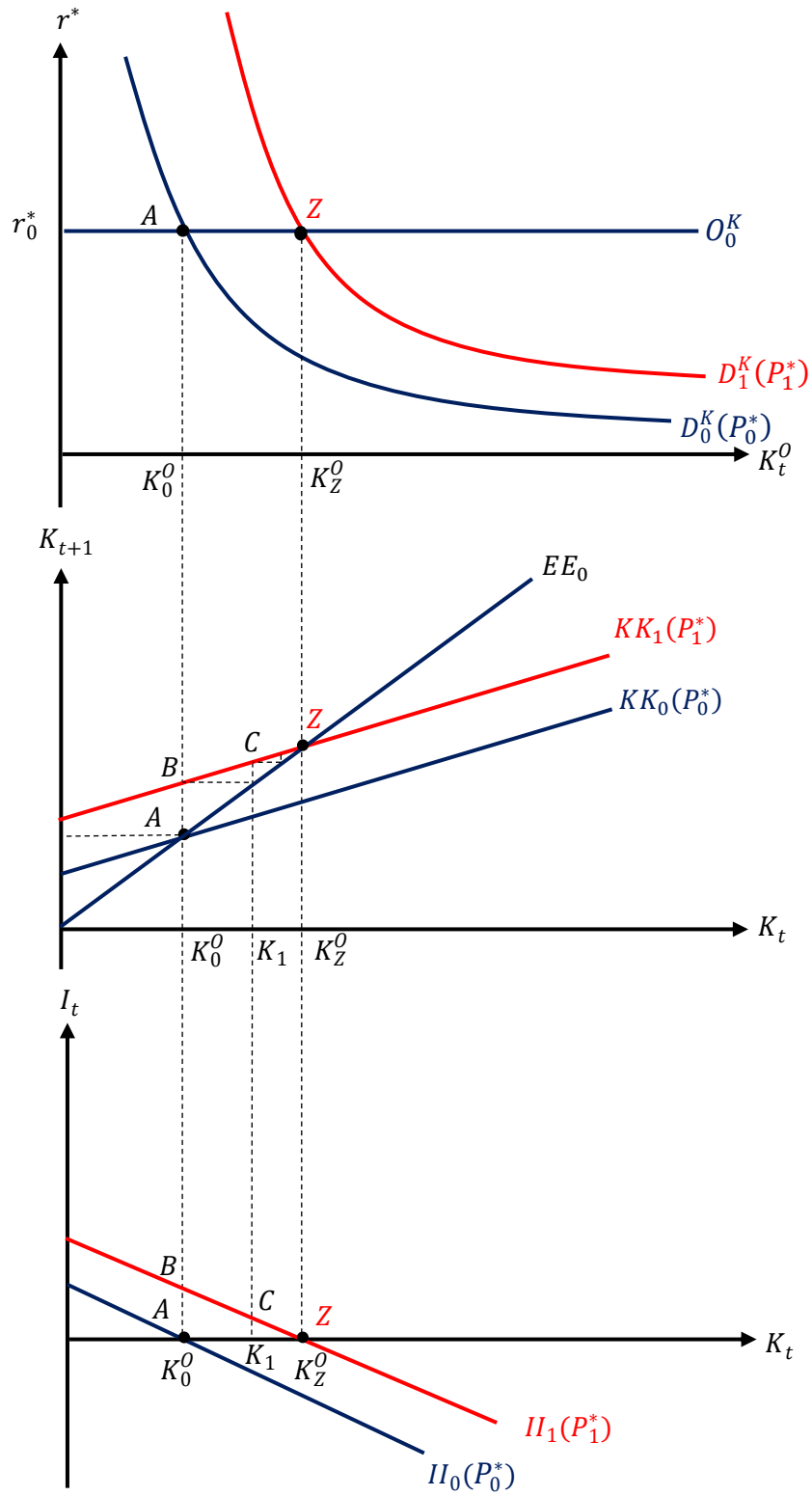
En la parte superior, el alza del precio mundial de las exportaciones desplaza hacia la derecha la curva de demanda de capital. El equilibrio estacionario inicial se encuentra en A y el equilibrio final en Z , con distintos niveles del stock de capital óptimo (K_0^0 y K_Z^0).

En el gráfico intermedio, la elevación del precio mundial de las exportaciones desplaza la recta KK hacia la izquierda, debido a que eleva el stock de capital óptimo. El shock genera que, en el corto plazo, haya un alza en el stock de capital, por lo cual se pasa del equilibrio estacionario inicial, A , hacia el punto B . En los siguientes periodos, entre B y Z , el stock de capital continúa creciendo, aunque a un ritmo cada vez menor, hasta que, finalmente, se alcanza el nivel óptimo en el nuevo estado estacionario, Z .

En el gráfico inferior, en el equilibrio estacionario inicial, A , la inversión neta es nula. En el periodo de impacto, el alza del precio mundial de las exportaciones, porque eleva el stock de capital óptimo, desplaza la recta II de inversión hacia la derecha, trasladando el equilibrio al punto B , haciendo que la inversión se incremente. En los siguientes periodos, entre B y Z , la inversión empieza a reducirse, hasta hacerse nula en el nuevo equilibrio estacionario.

Figura 9

Elevación del precio mundial de las exportaciones: estática comparativa



Los resultados matemáticos son los siguientes. El efecto sobre el capital óptimo se deduce a partir de la ecuación (12).

$$dK^0 = \frac{\alpha Y_0}{r^* + \delta} dP^* > 0$$

En el corto plazo, haciendo uso de las ecuaciones (14) y (15), puede deducirse que el stock de capital y la inversión se elevan en la misma magnitud. Por lo que explicamos anteriormente sobre cuáles son las variables endógenas del modelo, estas respuestas son para el stock de capital *al inicio* del periodo 2 y la inversión *durante* el periodo 1. De allí los subíndices que aparecen en las respuestas matemáticas, en este y los siguientes ejercicios.

$$dK_2 = \frac{\lambda \alpha Y_0}{r^* + \delta} dP^* > 0$$

$$dI_1 = \frac{\lambda \alpha Y_0}{r^* + \delta} dP^* > 0$$

Los resultados para el tránsito hacia el equilibrio estacionario, entre el periodo 1 y el periodo n , con $n \rightarrow \infty$, también pueden obtenerse a partir de las ecuaciones (14) y (15), utilizando en cada periodo el resultado sobre lo que pasó con el stock de capital en el periodo anterior.

Al inicio del periodo tres, según la ecuación (14), el stock de capital se elevará en una fracción $\left(\frac{1}{1+\epsilon}\right)$ de lo que se elevó el stock de capital en el periodo anterior, el periodo dos. Es decir,

$$dK_3 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^2} \frac{\alpha Y_0}{(r^* + \delta)} dP^* > 0$$

La inversión durante el periodo dos, haciendo uso de la ecuación (15), y conociendo lo que pasa con el stock de capital en ese periodo, se reduce, y es igual a,

$$dI_2 = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^2} \frac{\alpha Y_0}{(r^* + \delta)} dP^* < 0$$

Continuando con este proceso podemos obtener los siguientes resultados para los periodos restantes, hasta que la economía alcance un nuevo equilibrio estacionario. Respecto al stock de capital obsérvese que continúa elevándose periodo tras periodo, pero a un ritmo cada vez menor.

$$dK_4 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^3} \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* > 0$$

$$dK_5 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^4} \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* > 0$$

$$dK_n = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^{n-1}} \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* = 0, \text{ cuando } n \rightarrow \infty.$$

Respecto a la inversión, haciendo uso de la ecuación (15), se observa que luego de un alza transitoria en el periodo de impacto, en los siguientes periodos empieza a reducirse, con una intensidad cada vez menor, hasta hacerse cero, que es su estado estacionario.

$$dI_3 = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^3} \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* < 0$$

$$dI_4 = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^4} \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* < 0$$

$$dI_n = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^n} \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* = 0, \text{ cuando } n \rightarrow \infty.$$

La respuesta matemática para el equilibrio estacionario la obtenemos a partir de las ecuaciones (16) y (17).

$$dK^{ee} = dK^0 = \frac{\alpha Y_0}{(r^*+\delta)} dP^* > 0$$

$$dI^{ee} = 0$$

Dinámica comparativa

En la figura 10 representamos este ejercicio de dinámica comparativa. Partimos desde un equilibrio estacionario inicial donde el stock de capital está en su nivel óptimo, y la inversión neta es nula¹⁰. Esta situación es representada por las líneas horizontales de equilibrio estacionario para nuestras dos variables endógenas.

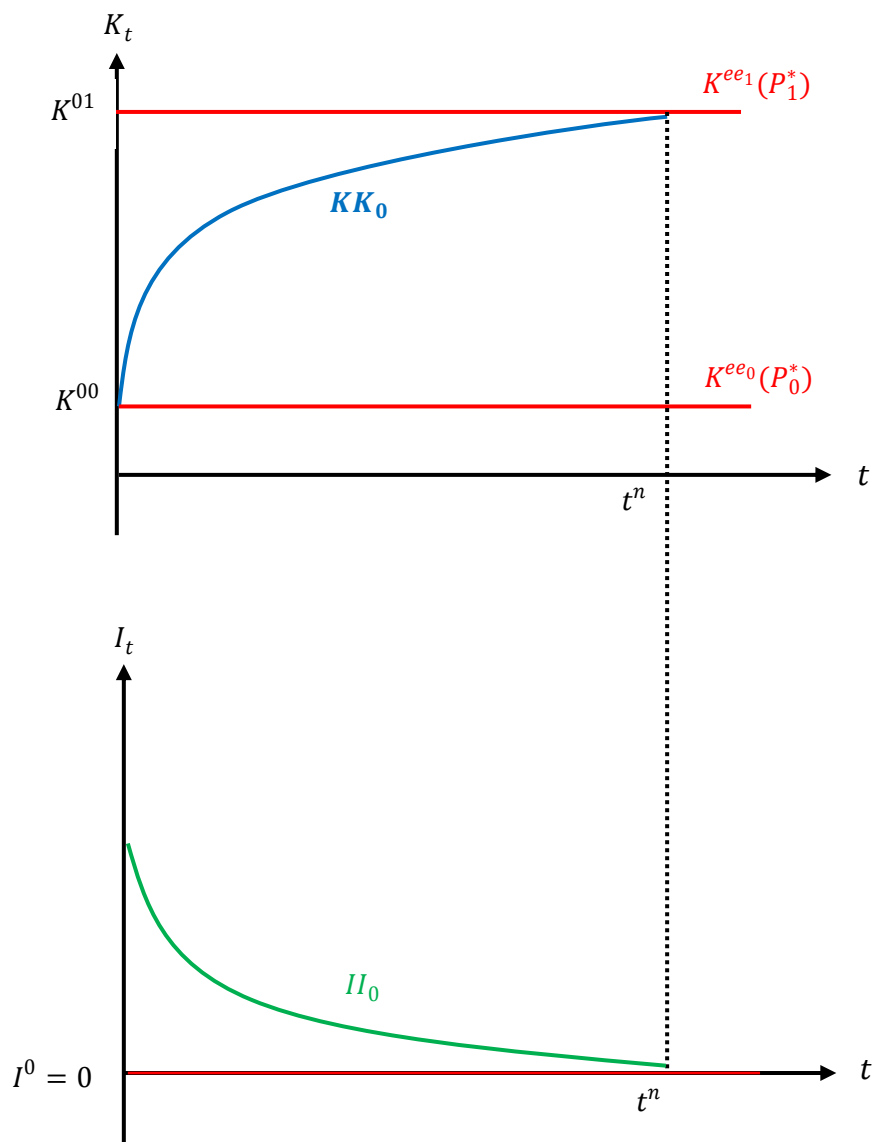
El alza en el precio internacional de las exportaciones eleva el stock de capital óptimo de las empresas. Eso se muestra como un desplazamiento hacia arriba de la recta de equilibrio estacionario del stock de capital.

¹⁰ Los gráficos de las trayectorias de los equilibrios estacionarios iniciales y finales, del stock de capital y la inversión, son líneas rectas horizontales, al nivel de los stocks de capital óptimos y de la inversión nula, respectivamente.

Las rectas KK_0 e II_0 muestran las dinámicas que adoptan nuestras variables endógenas entre el equilibrio estacionario inicial y el equilibrio estacionario final. El stock de capital se eleva periodo tras periodo, a un ritmo cada vez menor, hasta alcanzar su nuevo valor de equilibrio estacionario. La inversión se eleva inicialmente pero luego empieza a reducirse, gradualmente, hasta hacerse cero, que es su valor de equilibrio estacionario.

Figura 10

Elevación del precio mundial de las exportaciones: dinámica comparativa



Las respuestas matemáticas son las siguientes.

$$dK_t = \left[1 - \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t \right] \frac{\alpha Y_0}{(r^* + \delta)} dP^* > 0$$

$$dI_t = \lambda \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t \frac{\alpha Y_0}{(r^* + \delta)} dP^* > 0$$

Los signos positivos de las variaciones del stock de capital y la inversión nos indican que ambas trayectorias se desplazan hacia arriba, como en la figura 10. En el caso del stock de capital, la respuesta matemática también señala que, conforme transcurre el tiempo, un alza en t , el stock de capital seguirá aumentando, con referencia a su nivel de corto plazo o periodo de impacto, hasta alcanzar su nivel óptimo. En el caso de la inversión, la respuesta matemática señala que, conforme avanza el tiempo, la inversión irá disminuyendo, con respecto al corto plazo, hasta hacerse nula.

En resumen, partiendo de una situación inicial donde la economía tiene un stock de capital óptimo y la inversión es nula, una elevación del precio internacional de los minerales eleva, en primer lugar, el stock de capital deseado u óptimo de la economía. En el corto plazo o periodo de impacto, el stock de capital y la inversión se elevan en una fracción del alza en el capital óptimo. En los siguientes periodos, el stock de capital continúa elevándose, a ritmos decrecientes, y la inversión empieza a reducirse, a ritmos también decrecientes. Esta dinámica continúa hasta alcanzar un nuevo equilibrio estacionario en el que el stock de capital alcanza su nuevo nivel óptimo y la inversión vuelve a ser nula.

Este ejercicio de estática comparativa es una muestra de que, cuando hay costos de ajuste y se produce un choque exógeno, la economía no alcanza su stock de capital óptimo instantáneamente, sino gradualmente. El tiempo que demore este ajuste dependerá de los parámetros estructurales de la economía.

En términos de dinámica comparativa, el alza en el precio mundial de las exportaciones desplaza hacia arriba las trayectorias del stock de capital y la inversión.

ii) Reducción de la tasa de interés mundial ($dr^* < 0$)

Estática comparativa

Partiendo de una situación de equilibrio estacionario inicial, donde el stock de capital está en su nivel óptimo y la inversión neta es nula, se produce una reducción de la tasa de interés mundial. La reducción de la tasa de interés la sitúa por debajo del rendimiento del capital, tal como se observa en la ecuación (10). En consecuencia, existe el incentivo para que la empresa adquiera más maquinaria, por lo que el stock de capital óptimo se eleva, como en la ecuación (12).

¿Qué pasa en el corto plazo?

En primer lugar, se eleva el stock de capital, pero solo en una fracción (λ) del alza del capital óptimo, como puede verse en la ecuación (14). De acuerdo con la ecuación (15), la inversión se eleva con una fuerza similar.

¿Qué sucede en el tránsito hacia el equilibrio estacionario?

En el segundo periodo, al inicio del periodo tres, el stock de capital vuelve a subir pues el stock de capital en un periodo determinado depende del stock de capital del periodo anterior. El alza del stock de capital es solo en una fracción ($\frac{1}{1+\epsilon}$) del alza en el stock de capital en el periodo anterior.

Respecto a la inversión, esta, en un periodo determinado, depende negativamente del stock de capital del mismo periodo. En consecuencia, en el periodo dos la inversión se reduce, como consecuencia del alza en el stock de capital en ese periodo. La reducción es en una fracción (λ), del alza en el stock de capital.

En los siguientes periodos, el stock de capital continuará elevándose, en magnitudes cada vez más pequeñas, hasta alcanzar el nivel óptimo, y la inversión neta continuará descendiendo, a ritmos cada vez menores, hasta dejar de caer, proceso que culminará cuando el stock de capital alcance su nuevo nivel óptimo, mayor que el inicial, y cuando la inversión sea nula.

¿Y qué pasa en el equilibrio estacionario?

De acuerdo con las ecuaciones (16) y (17), el stock de capital se elevará proporcionalmente con el alza del stock de capital óptimo, y la inversión dejará de cambiar.

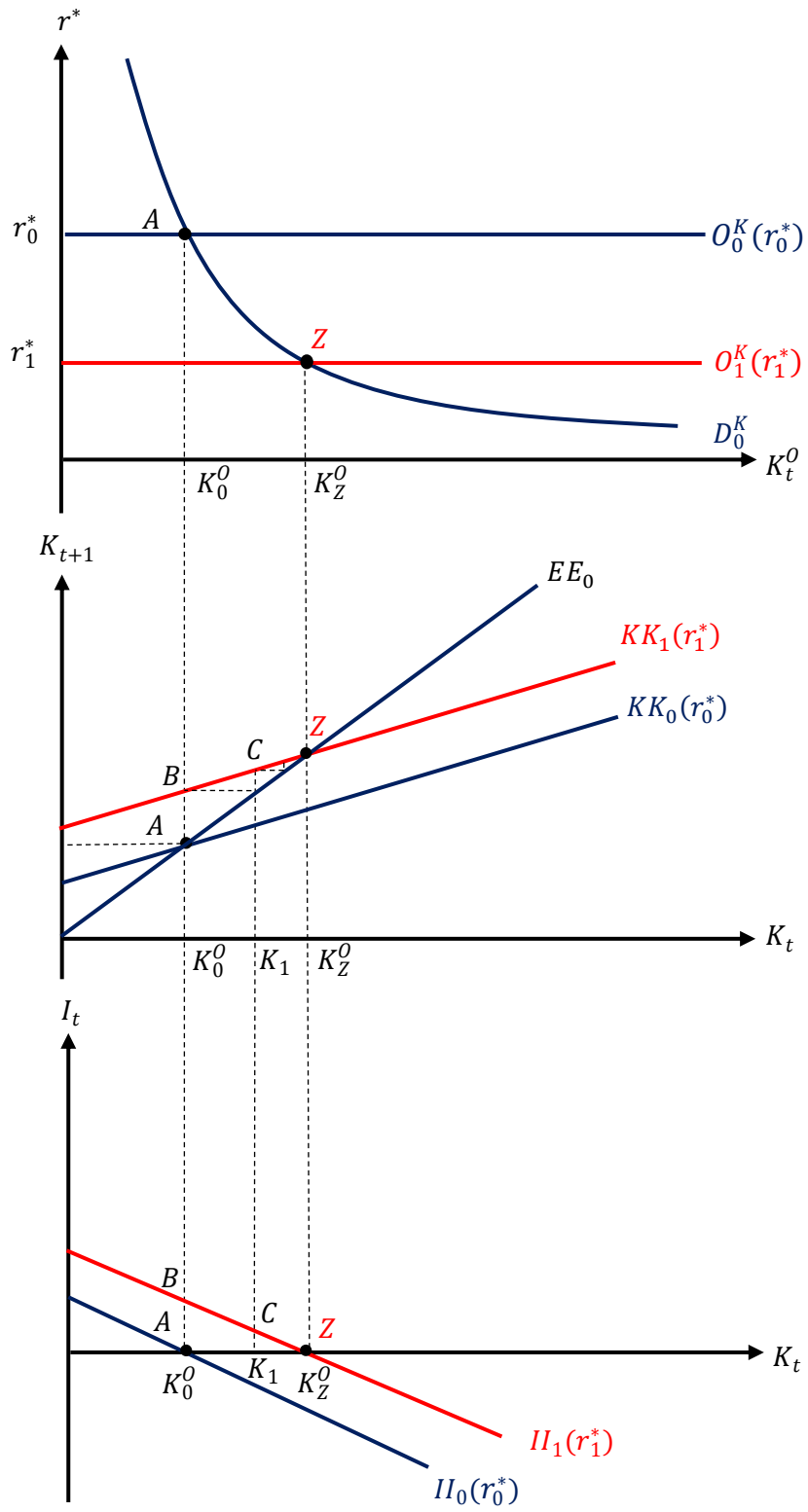
En la figura 11, en la parte superior, la reducción de la tasa de interés desplaza la recta de oferta de capital hacia abajo. El equilibrio estacionario inicial se encuentra en A y el equilibrio estacionario final en Z , con distintos niveles del stock de capital óptimo (K_0^0 y K_Z^0).

En el gráfico intermedio, la recta KK se desplaza hacia la izquierda por la reducción de la tasa de interés mundial. En el primer periodo, se pasa del equilibrio estacionario inicial, A , al equilibrio en el punto B , en donde se tiene un stock de capital mayor. En los siguientes periodos, entre B y Z , el stock de capital continúa incrementándose, aunque con una fuerza cada vez menor, hasta alcanzar el nuevo equilibrio estacionario en Z .

En el gráfico inferior, en el equilibrio estacionario inicial, A , la inversión neta es nula. En el periodo de impacto, el equilibrio se traslada al punto B , haciendo que la inversión aumente. En los siguientes periodos, entre B y Z , la inversión empieza a reducirse, tal como lo señalan las flechas, hasta hacerse nula en el nuevo equilibrio estacionario.

Figura 11

Reducción de la tasa de interés: estática comparativa



Los resultados matemáticos son los siguientes.

$$dK^0 = -\frac{\alpha P^* Y}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

En el corto plazo, el stock de capital y la inversión se elevan en la misma magnitud.

$$dK_2 = -\frac{\lambda \alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

$$dI_1 = -\frac{\lambda \alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

En el periodo dos, al inicio del periodo 3, el stock de capital se elevará en una fracción $(\frac{1}{1+\epsilon})$ de lo que se elevó el stock de capital en el periodo anterior.

$$dK_3 = -\frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^2} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

La inversión en el periodo dos, conociendo lo que pasa con el stock de capital en ese periodo, desciende,

$$dI_2 = \frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^2} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* < 0$$

Continuando con este proceso podemos obtener los siguientes resultados para los periodos restantes, hasta que la economía alcance un nuevo equilibrio estacionario.

$$dK_4 = -\frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^3} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

$$dK_5 = -\frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^4} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

$$dK_n = -\frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^{n-1}} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* = 0, \text{ cuando } n \rightarrow \infty.$$

La inversión, luego de un alza transitoria en el periodo de impacto, en los siguientes periodos, empieza a reducirse hasta hacerse cero, que es su estado estacionario.

$$dI_3 = \frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^3} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* < 0$$

$$dI_4 = \frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^4} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* < 0$$

$$dI_n = \frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^n} \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* = 0, \text{ cuando } n \rightarrow \infty.$$

La respuesta matemática para el equilibrio estacionario viene dada por:

$$dK^{ee} = dK^0 = -\frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

$$dI^{ee} = 0$$

Dinámica comparativa

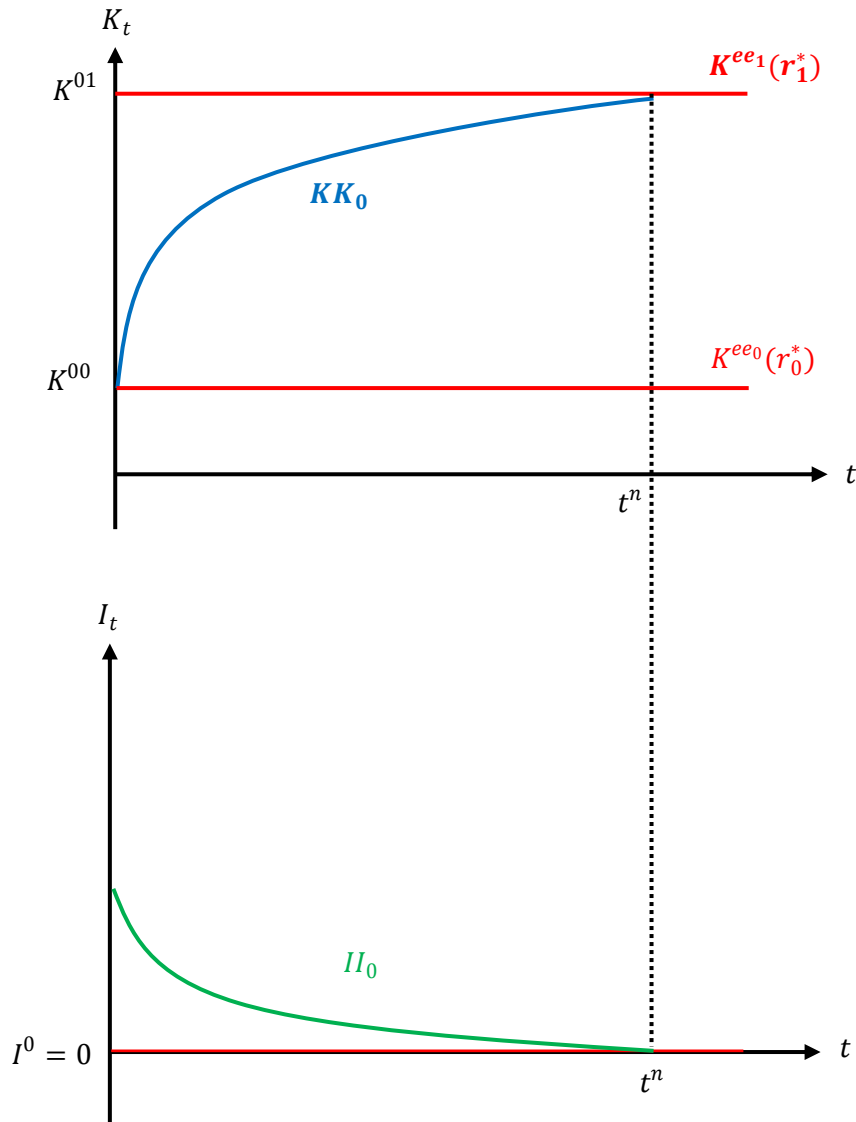
En la figura 12 representamos este ejercicio de dinámica comparativa. Partimos desde un equilibrio estacionario representado por las líneas horizontales para nuestras dos variables endógenas.

La reducción de la tasa de interés internacional eleva el stock de capital óptimo de las empresas. Eso se muestra como un desplazamiento hacia arriba de la recta de equilibrio estacionario del stock de capital.

Las curvas KK_0 e II_0 muestran las dinámicas que adoptan nuestras variables endógenas entre el equilibrio estacionario inicial y el equilibrio estacionario final.

Figura 12

Reducción de la tasa de interés internacional: dinámica comparativa



Las respuestas matemáticas nos indican los desplazamientos hacia arriba de las trayectorias del stock de capital y la inversión ante una reducción de la tasa de interés mundial.

$$dK_t = - \left[1 - \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t \right] \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

$$dI_t = - \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon} \right) \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t \frac{\alpha P^* Y_0}{(r^* + \delta)^2} dr^* > 0$$

En resumen, partiendo de una situación inicial donde la economía tiene un stock de capital óptimo y la inversión es nula, una reducción de la tasa de interés mundial eleva, en primer lugar, el stock de capital deseado u óptimo de la economía. En el corto plazo o periodo de impacto, el stock de capital y la inversión se elevan en una fracción del alza en el capital óptimo. En los siguientes periodos, el stock de capital continúa elevándose, a ritmos decrecientes, y la inversión empieza a reducirse, a ritmos también decrecientes. Esta dinámica continúa hasta alcanzar un nuevo equilibrio estacionario en el que el stock de capital alcanza su nuevo nivel óptimo y la inversión vuelve a ser nula.

En términos de dinámica comparativa, la reducción de la tasa de interés mundial desplaza hacia arriba las trayectorias del stock de capital y la inversión.

iii) Los efectos del paso del tiempo

Cuando uno de los factores productivos es un recurso no renovable, tal como lo refleja la ecuación (7), el solo paso del tiempo hace que se reduzca el volumen de este factor productivo, el cobre en bruto ¿Qué sucede con el stock de capital y la inversión si pasa el tiempo y no se descubren nuevas minas? Es el ejercicio que desarrollaremos a continuación.

Estática comparativa

Partiendo de una situación de equilibrio estacionario inicial, donde el stock de capital está en su nivel óptimo y la inversión neta es nula, se produce el paso del tiempo, lo cual lo interpretamos como una elevación de t . El paso del tiempo, como en la ecuación (5), reduce el stock de minerales en bruto y en consecuencia el flujo de estos recursos productivos, como en la ecuación (6). Una reducción de los minerales en bruto, como en la ecuación (11), reduce la productividad marginal del capital y en consecuencia su rendimiento. Si el rendimiento del capital se ubica por debajo de la tasa de interés internacional, el stock de capital óptimo de la empresa minera se reduce.

¿Qué pasa en el corto plazo?

En primer lugar, se reduce el stock de capital, pero solo en una fracción (λ) de la caída del capital óptimo, como puede verse en la ecuación (14). La inversión se reduce con una fuerza similar, de acuerdo con la ecuación (15).

¿Qué sucede en el tránsito hacia el equilibrio estacionario?

En el segundo periodo, al inicio del periodo tres, el stock de capital vuelve a caer pues el stock de capital en el periodo anterior se redujo. La reducción del stock de capital es solo en una fracción $(\frac{1}{1+\epsilon})$ de la caída del stock de capital en el periodo anterior.

Como la inversión en un periodo determinado depende negativamente del stock de capital del mismo periodo, en el periodo 2 la inversión se eleva como consecuencia de la reducción del stock de capital. La elevación es en una fracción (λ) de la reducción del stock de capital.

En los siguientes periodos, el stock de capital continuará descendiendo, en magnitudes cada vez más pequeñas, hasta alcanzar el nivel óptimo, y la inversión neta continuará subiendo, a ritmos cada vez menores¹¹, hasta dejar de subir, proceso que culminará cuando el stock de capital alcance su nuevo nivel óptimo, menor que el inicial, y cuando la inversión sea nula.

¿Y qué pasa en el equilibrio estacionario?

De acuerdo con las ecuaciones (16) y (17), el stock de capital se reducirá proporcionalmente con la caída del stock de capital óptimo, y la inversión será nula.

En la figura 13, en la parte superior, el transcurso del tiempo, la elevación de t , desplaza la demanda de capital hacia la izquierda. El equilibrio estacionario inicial está en A y el equilibrio final en Z , con distintos niveles del stock de capital óptimo (K_0^0 y K_Z^0).

En el gráfico intermedio, la recta KK se desplaza hacia abajo por el transcurso del tiempo. En el primer periodo, del equilibrio estacionario inicial, A , se pasa al punto B , donde hay un menor stock de capital. Luego, en los siguientes periodos, desde B hasta Z , el stock de capital seguirá disminuyendo, pero en una proporción cada vez menor, hasta que, finalmente, alcanza un nuevo equilibrio estacionario en Z .

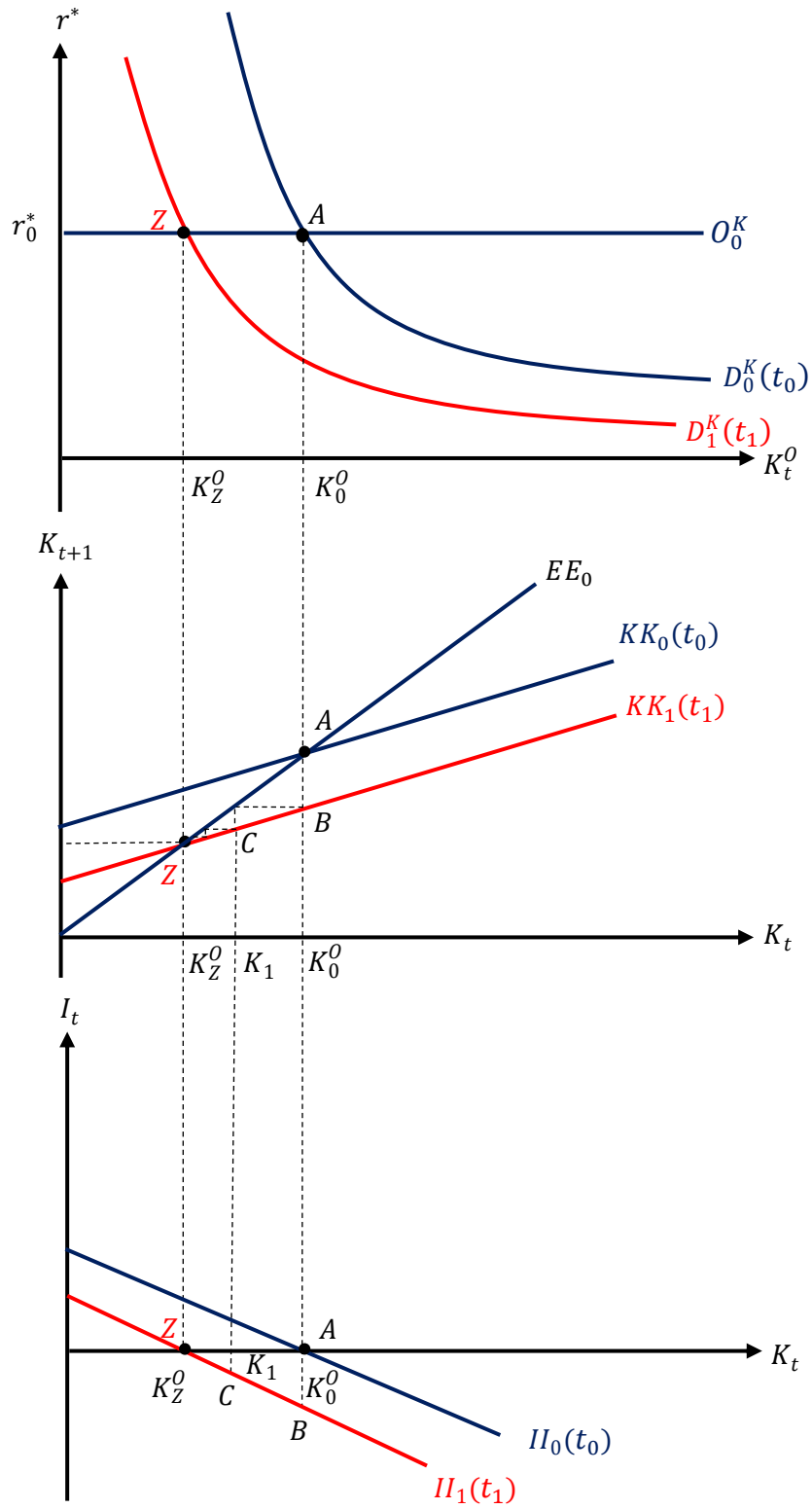
En el gráfico inferior, en el equilibrio estacionario inicial, A , la inversión neta es nula. En el periodo de impacto, el equilibrio se traslada al punto B , haciendo que la inversión sea

¹¹ Ojo, la *elevación* de la inversión, periodo tras periodo, hasta dejar de subir, significa que, de un descenso fuerte, digamos, en -20, la inversión pasa a caer en -10, -5... etcétera.

menor. En los siguientes periodos, entre B y Z , la inversión empieza a elevarse, hasta hacerse nula en el nuevo equilibrio estacionario.

Figura 13

Los efectos del paso del tiempo



Los resultados matemáticos son los siguientes.

$$dK^0 = \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} dY_0 = \frac{P^*\alpha}{(r^*+\delta)} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0; \ln(1-\rho) < 0.$$

En el corto plazo, el stock de capital y la inversión se reducen en la misma magnitud.

$$dK_2 = \lambda dK^0 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0$$

$$dI_1 = \lambda dK^0 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} H Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0$$

En el periodo dos, al inicio del periodo 3, el stock de capital se reducirá en una fracción $(\frac{1}{1+\epsilon})$ de lo que se redujo el stock de capital en el periodo anterior.

$$dK_3 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^2} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0$$

La inversión en el periodo dos, conociendo lo que pasa con el stock de capital en ese periodo, se eleva,

$$dI_2 = -\lambda dK_2 = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^2} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt > 0$$

Continuando con este proceso podemos obtener los siguientes resultados para los periodos restantes, hasta que la economía alcance un nuevo equilibrio estacionario.

$$dK_4 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^3} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0$$

$$dK_5 = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^4} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0$$

$$dK_n = \frac{\epsilon}{(1+\epsilon)^{n-1}} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt = 0$$

La inversión, luego de una reducción transitoria en el periodo de impacto, en los siguientes periodos empieza a subir hasta hacerse cero, que es su estado estacionario.

$$dI_3 = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^3} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt > 0$$

$$dI_4 = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^4} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt > 0$$

$$dI_n = -\frac{\epsilon^2}{(1+\epsilon)^n} \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt = 0$$

La respuesta matemática para el equilibrio estacionario viene dada por:

$$dK^{ee} = dK^0 = \frac{P^*\alpha}{r^*+\delta} Y_0 \gamma \ln(1-\rho)(1-\rho)^{\gamma t} dt < 0$$

$$dI^{ee} = 0$$

Dinámica comparativa

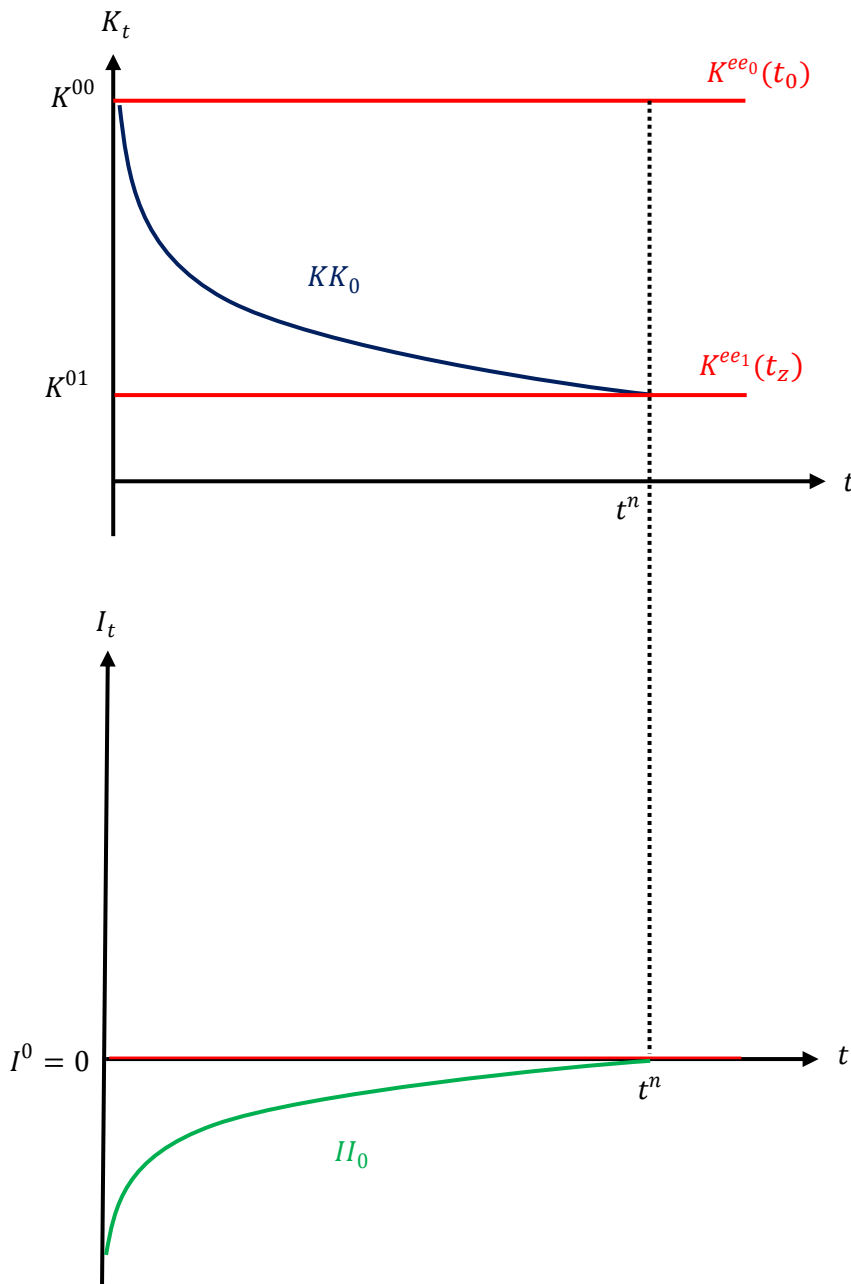
En la figura 14 representamos los efectos del paso del tiempo sobre la trayectoria del stock de capital y la inversión. Partimos desde un equilibrio estacionario representado por las líneas horizontales para nuestras dos variables endógenas.

El paso del tiempo, el alza de t reduce el stock de capital óptimo de las empresas. Eso se muestra como un desplazamiento hacia abajo de la recta de equilibrio estacionario del stock de capital.

Las curvas KK_0 e II_0 muestran las dinámicas que adoptan nuestras variables endógenas entre el equilibrio estacionario inicial y el equilibrio estacionario final.

Figura 14

El paso del tiempo: dinámica comparativa



Las respuestas matemáticas nos indican los desplazamientos de nuestras distintas ecuaciones de equilibrio como efecto del paso del tiempo.

$$dK_t = \left\{ t(K_0 - K^0) \ln \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right) \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t + \left(\frac{P^* \alpha}{r^* + \delta} \right) Y_0 \gamma \ln(1 - \rho) (1 - \rho)^{\gamma t} \left[1 - \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t \right] \right\} dt < 0$$

$$dI_t = \left[t \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon} \right) (K^0 - K_0) \ln \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right) \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t + \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon} \right) \left(\frac{1}{1+\epsilon} \right)^t \frac{P^* \alpha}{(r^* + \delta)} Y_0 \gamma \ln(1 - \rho)(1 - \rho)^{\gamma t} \right] dt < 0$$

En resumen, partiendo de una situación inicial donde la economía tiene un stock de capital óptimo y la inversión es nula, el paso del tiempo, un alza de t en el modelo, reduce, en primer lugar, el stock de capital óptimo de la economía. En el corto plazo o periodo de impacto, el stock de capital y la inversión se reducen en una fracción de la reducción del capital óptimo. En los siguientes periodos, el stock de capital continúa reduciéndose, a ritmos decrecientes, y la inversión empieza a elevarse, a ritmos también decrecientes. Esta dinámica continúa hasta alcanzar un nuevo equilibrio estacionario en el que el stock de capital alcanza su nuevo nivel óptimo, menor, y la inversión vuelve a ser nula.

Este ejercicio de estática comparativa es una muestra de que, cuando hay un factor productivo no renovable, el solo paso del tiempo reduce el capital óptimo o deseado de la economía, y produce una dinámica como la descrita. Si no se descubren nuevos yacimientos de mineral en bruto, la reducción del capital óptimo y la dinámica descrita continuarán y, en el límite del paso del tiempo, la economía puede dejar de producir minerales procesados.

En términos de dinámica comparativa, el alza en el precio mundial de las exportaciones desplaza hacia abajo las trayectorias del stock de capital y la inversión.

4. CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

En este trabajo se ha presentado un modelo que intenta reflejar un marco institucional de una economía primario-exportadora que financia sus inversiones en el exterior, a una tasa de interés fijada en el mercado mundial. Es una versión del modelo del acelerador flexible adaptada para una economía abierta y con la presencia de un factor de producción no renovable.

El modelo se ha construido para simular los efectos de los cambios en las condiciones internacionales sobre la dinámica del stock de capital y la inversión de la economía.

Se ha encontrado que las condiciones internacionales favorables, porque los precios mundiales de las exportaciones subieron o porque la tasa de interés internacional se redujo, elevan, en primer lugar, el stock de capital deseado u óptimo de la economía. En el corto plazo o periodo de impacto, el stock de capital y la inversión se elevan en una fracción del alza en el capital óptimo. En los siguientes periodos, el stock de capital continúa elevándose, a ritmos decrecientes, y la inversión empieza a reducirse, a ritmos también decrecientes. Esta dinámica continúa hasta alcanzar un nuevo equilibrio estacionario en el que el stock de capital alcanza su nuevo nivel óptimo y la inversión vuelve a ser nula.

Estos ejercicios de estática comparativa muestran que, cuando hay costos de ajuste y se produce un choque exógeno, la economía no alcanza su stock de capital óptimo instantáneamente sino gradualmente. El tiempo que demore este ajuste dependerá de los parámetros estructurales de la economía.

Por otro lado, hemos simulado acerca de los efectos del simple paso del tiempo en esta economía. El paso del tiempo, un alza de t en el modelo, reduce, en primer lugar, el stock de capital deseado u óptimo de la economía. En el corto plazo o periodo de impacto, el stock de capital y la inversión se reducen en una fracción de la reducción del capital óptimo. En los siguientes periodos, el stock de capital continúa reduciéndose, a ritmos decrecientes, y la inversión empieza a elevarse, a ritmos también decrecientes. Esta dinámica continúa hasta alcanzar un nuevo equilibrio estacionario en el que el stock de capital alcanza su nuevo nivel óptimo, menor, y la inversión vuelve a ser nula.

Este ejercicio es una muestra de que, cuando hay un factor productivo no renovable, el solo paso del tiempo reduce el capital óptimo o deseado de la economía, y produce una dinámica como la descrita. Si no se descubren nuevos yacimientos de mineral en bruto, la reducción del capital óptimo y la dinámica descrita continuarán y, en el límite del paso del tiempo, la economía puede dejar de producir minerales procesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Gregorio, J.

2007 *Macroeconomía. Teoría y Política*, Pearson Educación, México.

Eisner, R. y R.H. Strotz

1963 *Determinants of Business Investment*. In M.J.C. Surrey (ed.) *Macroeconomic Themes - Editing Reading in Macroeconomics*. Oxford University Press, pp. 127-136.

Hall, R. y D. Jorgenson

1967 *Tax policy and Investment Behavior*. *American Economic Review*, Vol. 3, No. 57, pp. 391-414.

Lucas, R.

1976 *Studies in Business-Cycle Theory*. The MIT Press.

Mendoza, W.

2020 *La dinámica de la inversión privada. El modelo del acelerador flexible en una economía abierta*. Departamento de Economía de la PUCP, Documento de Trabajo 490, Lima.

Mendoza, W. y E. Collantes

2018 *Private Investment in a Mining Export Economy: a model for Peru*. Documento de Trabajo 460, Departamento de Economía de la PUCP.

Sorensen, P. y H. Whitta-Jacobsen

2008 *Introducción a la Macroeconomía Avanzada. Volumen I: Crecimiento Económico*. Madrid: McGraw-Hill.

ÚLTIMAS PUBLICACIONES DE LOS PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

▪ Libros

Alan Fairlie Reinoso y Ariana Figueroa

2024 *Programas de posgrado en crecimiento verde y desarrollo sostenible en América Latina: una aproximación comparativa*. Lima, INTE PUCP.

Félix Jiménez

2024 *La economía peruana del periodo 1950-2020*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Roxana Barrantes y José I. Távara (editores)

2023 *Perspectivas sobre desarrollo y territorio en el nuevo contexto. Homenaje a Efraín Gonzales de Olarte*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Efraín Gonzales de Olarte

2023 *La descentralización pasmada. Desconcentración y desarrollo regional en el Perú 2003-2020*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Adolfo Figueroa

2023 *The Quality of Society, Volume III. Essays on the Unified Theory of Capitalism*. New York, Palgrave Macmillan

Efraín Gonzales de Olarte

2023 *El modelo de Washington, el neoliberalismo y el desarrollo económico. El caso peruano 1990-2020*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Máximo Vega Centeno.

2023 *Perú: desarrollo, naturaleza y urgencias Una mirada desde la economía y el desarrollo humano*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Waldo Mendoza

2023 *Constitución y crecimiento económico: Perú 1993-2021*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Oscar Dancourt y Waldo Mendoza (Eds.)

2023 *Ensayos macroeconómicos en honor a Félix Jiménez*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Carlos Contreras Carranza (ed.)

2022 *Historia económica del Perú central. Ventajas y desafíos de estar cerca de la capital*. Lima, Banco Central de Reserva del Perú e Instituto de Estudios Peruanos.

Alejandro Lugon

2022 *Equilibrio, eficiencia e imperfecciones del mercado*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Waldo Mendoza Bellido

2022 *Cómo investigan los economistas. Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación. Segunda edición aumentada*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Elena Álvarez (Editor)

2022 *Agricultura y desarrollo rural en el Perú: homenaje a José María Caballero*. Lima, Departamento de Economía PUCP.

Aleida Azamar Alonso, José Carlos Silva Macher y Federico Zuberma (Editores)

2022 *Economía ecológica latinoamericana*. Buenos Aires, México. CLACSO, Siglo XXI Editores.

Efraín Gonzales de Olarte

2021 *Economía regional y urbana. El espacio importa*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Alfredo Dammert Lira

2021 *Economía minera*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Adolfo Figueroa

2021 *The Quality of Society, Volume II – Essays on the Unified Theory of Capitalism*. New York, Palgrave Macmillan.

Carlos Contreras Carranza (Editor)

2021 *La Economía como Ciencia Social en el Perú. Cincuenta años de estudios económicos en la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima, Departamento de Economía PUCP.

José Carlos Orihuela y César Contreras

2021 *Amazonía en cifras: Recursos naturales, cambio climático y desigualdades*. Lima, OXFAM.

Alan Fairlie

2021 *Hacia una estrategia de desarrollo sostenible para el Perú del Bicentenario*. Arequipa, Editorial UNSA.

Waldo Mendoza e Yuliño Anastacio

2021 *La historia fiscal del Perú: 1980-2020. Colapso, estabilización, consolidación y el golpe de la COVID-19*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Cecilia Garavito

2020 *Microeconomía: Consumidores, productores y estructuras de mercado. Segunda edición*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Adolfo Figueroa

2019 *The Quality of Society Essays on the Unified Theory of Capitalism*. New York. Palgrave MacMillan.

Carlos Contreras y Stephan Gruber (Eds.)

2019 *Historia del Pensamiento Económico en el Perú. Antología y selección de textos*. Lima, Facultad de Ciencias Sociales PUCP.

Barreix, Alberto Daniel; Corrales, Luis Fernando; Benitez, Juan Carlos; Garcimartín, Carlos; Ardanaz, Martín; Díaz, Santiago; Cerda, Rodrigo; Larraín B., Felipe; Revilla, Ernesto; Acevedo, Carlos; Peña, Santiago; Agüero, Emmanuel; Mendoza Bellido, Waldo; Escobar Arango y Andrés.

2019 *Reglas fiscales resilientes en América Latina*. Washington, BID.

José D. Gallardo Ku

2019 *Notas de teoría para para la incertidumbre*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Úrsula Aldana, Jhonatan Clausen, Angelo Cozzubo, Carolina Trivelli, Carlos Urrutia y Johanna Yancari

2018 *Desigualdad y pobreza en un contexto de crecimiento económico*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

Séverine Deneulin, Jhonatan Clausen y Arellí Valencia (Eds.)

2018 *Introducción al enfoque de las capacidades: Aportes para el Desarrollo Humano en América Latina*. Flacso Argentina y Editorial Manantial. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Mario Dammil, Oscar Dancourt y Roberto Frenkel (Eds.)

2018 *Dilemas de las políticas cambiarias y monetarias en América Latina*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

▪ *Documentos de trabajo*

- No. 535 Perú 1895-2019: Continuidad de la Dependencia Externa y Desindustrialización Prematura. Félix Jiménez. Junio 2024.
- No. 534 'Bonos': Lecciones de las transferencias monetarias no condicionadas durante la pandemia de COVID-19 en Perú. Pedro Francke y Josue Benites. Abril 2024.
- No. 533 Modeling the Trend, Persistence, and Volatility of Inflation in Pacific Alliance Countries: An Empirical Application Using a Model with Inflation Bands. Gabriel Rodríguez y Luis Surco. Febrero 2024.
- No. 532 Regional Financial Development and Micro and Small Enterprises in Peru. Jennifer de la Cruz. Enero 2024.
- No. 531 Time-Varying Effects of Financial Uncertainty Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Peru. Mauricio Alvarado y Gabriel Rodríguez. Enero 2024.
- No. 530 Experiments on the Different Numbers of Bidders in Sequential Auctions. Gunay, Hikmet y Ricardo Huamán-Aguilar. Enero 2024.
- No. 529 External Shocks and Economic Fluctuations in Peru: Empirical Evidence using Mixture Innovation TVP-VAR-SV Models. Brenda Guevara, Gabriel Rodríguez y Lorena Yamuca Salvatierra. Enero, 2024.
- No. 528 COVID-19 y el mercado laboral de Lima Metropolitana y Callao: Un análisis de género. Tania Paredes. Noviembre, 2023.
- No. 527 COVID-19 y el alza de la inseguridad alimentaria de los hogares rurales en Perú durante 2020-2021. Josue Benites y Pedro Francke. Noviembre, 2023.
- No. 526 Globalización Neoliberal y Reordenamiento Geopolítico. Jorge Rojas. Octubre, 2023.
- No. 525 The effects of social pensions on mortality among the extreme poor elderly. Jose A. Valderrama y Javier Olivera. Setiembre, 2023.
- No. 524 Jane Haldimand Marcet: Escribir sobre economía política en el siglo XVIII. Cecilia Garavito. Setiembre, 2023.
- No. 523 Impact of Monetary Policy Shocks in the Peruvian Economy Over Time Flavio Pérez Rojo y Gabriel Rodríguez. Agosto, 2023.
- No. 522 Perú 1990-2021: la causa del "milagro" económico ¿Constitución de 1993 o Superciclo de las materias primas? Félix Jiménez, José Oscátegui y Marco Arroyo. Agosto, 2023.
- No. 521 Envejeciendo desigualmente en América Latina. Javier Olivera. Julio, 2023.

- No. 520 Choques externos en la economía peruana: un enfoque de ceros y signos en un modelo BVAR.
Gustavo Ganiko y Álvaro Jiménez. Mayo, 2023
- No. 519 Ley de Okun en Lima Metropolitana 1970 – 2021.
Cecilia Garavito. Mayo, 2023
- No. 518 Efectos ‘Spillovers’ (de derrame) del COVID-19 Sobre la Pobreza en el Perú: Un Diseño No Experimental de Control Sintético.
Mario Tello. Febrero, 2023
- No. 517 Indicadores comerciales de la Comunidad Andina 2002-2021: ¿Posible complementariedad o convergencia regional?
Alan Fairlie y Paula Paredes. Febrero, 2023.
- No. 516 Evolution over Time of the Effects of Fiscal Shocks in the Peruvian Economy: Empirical Application Using TVP-VAR-SV Models.
Alexander Meléndez Holguín y Gabriel Rodríguez. Enero, 2023.
- No. 515 COVID-19 and Gender Differences in the Labor Market: Evidence from the Peruvian Economy.
Giannina Vaccaro, Tania Paredes. Julio 2022.
- No. 514 Do institutions mitigate the uncertainty effect on sovereign credit ratings?
Nelson Ramírez-Rondán, Renato Rojas-Rojas y Julio A. Villavicencio. Julio 2022.
- No. 513 Gender gap in pension savings: Evidence from Peru’s individual capitalization system. Javier Olivera y Yadiraah Iparraguirre. Junio 2022.
- No. 512 Poder de mercado, bienestar social y eficiencia en la industria microfinanciera regulada en el Perú. Giovanna Aguilar y Jhonatan Portilla. Junio 2022.
- No. 511 Perú 1990-2020: Heterogeneidad estructural y regímenes económicos regionales ¿Persiste la desconexión entre la economía, la demografía y la geografía? Félix Jiménez y Marco Arroyo. Junio 2022.
- No. 510 Evolution of the Exchange Rate Pass-Through into Prices in Peru: An Empirical Application Using TVP-VAR-SV Models. Roberto Calero, Gabriel Rodríguez y Rodrigo Salcedo Cisneros. Mayo 2022.
- No. 509 Time Changing Effects of External Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Peru: Empirical Application Using Regime-Switching VAR Models with Stochastic Volatility. Paulo Chávez y Gabriel Rodríguez. Marzo 2022.
- No. 508 Time Evolution of External Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Pacific Alliance Countries: Empirical Application using TVP-VAR-SV Models. Gabriel Rodríguez y Renato Vassallo. Marzo 2022.
- No. 507 Time-Varying Effects of External Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Peru: An Empirical Application using TVP-VARSV Models. Junior A. Ojeda Cunya y Gabriel Rodríguez. Marzo 2022.
- No. 506 La Macroeconomía de la cuarentena: Un modelo de dos sectores. Waldo Mendoza, Luis Mancilla y Rafael Velarde. Febrero 2022.

- No. 505 ¿Coexistencia o canibalismo? Un análisis del desplazamiento de medios de comunicación tradicionales y modernos en los adultos mayores para el caso latinoamericano: Argentina, Colombia, Ecuador, Guatemala, Paraguay y Perú. Roxana Barrantes Cáceres y Silvana Manrique Romero. Enero 2022.
- No. 504 “Does the Central Bank of Peru Respond to Exchange Rate Movements? A Bayesian Estimation of a New Keynesian DSGE Model with FX Interventions”. Gabriel Rodríguez, Paul Castillo B. y Harumi Hasegawa. Diciembre, 2021
- No. 503 “La no linealidad en la relación entre la competencia y la sostenibilidad financiera y alcance social de las instituciones microfinancieras reguladas en el Perú”. Giovanna Aguilar y Jhonatan Portilla. Noviembre, 2021.
- No. 502 “Approximate Bayesian Estimation of Stochastic Volatility in Mean Models using Hidden Markov Models: Empirical Evidence from Stock Latin American Markets”. Carlos A. Abanto-Valle, Gabriel Rodríguez, Luis M. Castro Cepero y Hernán B. Garrafa-Aragón. Noviembre, 2021.
- No. 501 “El impacto de políticas diferenciadas de cuarentena sobre la mortalidad por COVID-19: el caso de Brasil y Perú”. Angelo Cozzubo, Javier Herrera, Mireille Razafindrakoto y François Roubaud. Octubre, 2021.
- No. 500 “Determinantes del gasto de bolsillo en salud en el Perú”. Luis García y Crissy Rojas. Julio, 2021.
- No. 499 “Cadenas Globales de Valor de Exportación de los Países de la Comunidad Andina 2000-2015”. Mario Tello. Junio, 2021.
- No. 498 “¿Cómo afecta el desempleo regional a los salarios en el área urbana? Una curva de salarios para Perú (2012-2019)”. Sergio Quispe. Mayo, 2021.
- No. 497 “¿Qué tan rígidos son los precios en línea? Evidencia para Perú usando Big Data”. Hilary Coronado, Erick Lahura y Marco Vega. Mayo, 2021.
- No. 496 “Reformando el sistema de pensiones en Perú: costo fiscal, nivel de pensiones, brecha de género y desigualdad”. Javier Olivera. Diciembre, 2020.
- No. 495 “Crónica de la economía peruana en tiempos de pandemia”. Jorge Vega Castro. Diciembre, 2020.
- No. 494 “Epidemia y nivel de actividad económica: un modelo”. Waldo Mendoza e Isaías Chalco. Setiembre, 2020.
- No. 493 “Competencia, alcance social y sostenibilidad financiera en las microfinanzas reguladas peruanas”. Giovanna Aguilar Andía y Jhonatan Portilla Goicochea. Setiembre, 2020.
- No. 492 “Empoderamiento de la mujer y demanda por servicios de salud preventivos y de salud reproductiva en el Perú 2015-2018”. Pedro Francke y Diego Quispe O. Julio, 2020.
- No. 491 “Inversión en infraestructura y demanda turística: una aplicación del enfoque de control sintético para el caso Kuéalp, Perú”. Erick Lahura y Rosario Sabrera. Julio, 2020.

- No. 490 “La dinámica de inversión privada. El modelo del acelerador flexible en una economía abierta”. Waldo Mendoza Bellido. Mayo, 2020.
- No. 489 “Time-Varying Impact of Fiscal Shocks over GDP Growth in Peru: An Empirical Application using Hybrid TVP-VAR-SV Models”. Álvaro Jiménez y Gabriel Rodríguez. Abril, 2020.
- No. 488 “Experimentos clásicos de economía. Evidencia de laboratorio de Perú”. Kristian López Vargas y Alejandro Lugon. Marzo, 2020.
- No. 487 “Investigación y desarrollo, tecnologías de información y comunicación e impactos sobre el proceso de innovación y la productividad”. Mario D. Tello. Marzo, 2020.
- No. 486 “The Political Economy Approach of Trade Barriers: The Case of Peruvian’s Trade Liberalization”. Mario D. Tello. Marzo, 2020.
- No. 485 “Evolution of Monetary Policy in Peru. An Empirical Application Using a Mixture Innovation TVP-VAR-SV Model”. Jhonatan Portilla Goicochea y Gabriel Rodríguez. Febrero, 2020.
- No. 484 “Modeling the Volatility of Returns on Commodities: An Application and Empirical Comparison of GARCH and SV Models”. Jean Pierre Fernández Prada Saucedo y Gabriel Rodríguez. Febrero, 2020.
- No. 483 “Macroeconomic Effects of Loan Supply Shocks: Empirical Evidence”. Jefferson Martínez y Gabriel Rodríguez. Febrero, 2020.
- No. 482 “Acerca de la relación entre el gasto público por alumno y los retornos a la educación en el Perú: un análisis por cohortes”. Luis García y Sara Sánchez. Febrero, 2020.
- No. 481 “Stochastic Volatility in Mean. Empirical Evidence from Stock Latin American Markets”. Carlos A. Abanto-Valle, Gabriel Rodríguez y Hernán B. Garrafa-Aragón. Febrero, 2020.
- No. 480 “Presidential Approval in Peru: An Empirical Analysis Using a Fractionally Cointegrated VAR2”. Alexander Boca Saravia y Gabriel Rodríguez. Diciembre, 2019.
- No. 479 “La Ley de Okun en el Perú: Lima Metropolitana 1971 – 2016.” Cecilia Garavito. Agosto, 2019.
- No. 478 “Peru’s Regional Growth and Convergence in 1979-2017: An Empirical Spatial Panel Data Analysis”. Juan Palomino y Gabriel Rodríguez. Marzo, 2019.

▪ *Materiales de Enseñanza*

- No. 10 “Boleta o factura: el impuesto general a las ventas (IGV) en el Perú”. Jorge Vega Castro. Abril, 2023
- No. 9 “Economía Pública. Segunda edición”. Roxana Barrantes Cáceres, Silvana Manrique Romero y Carla Glave Barrantes. Febrero, 2023.

- No. 8 “Economía Experimental Aplicada. Programación de experimentos con oTree”. Ricardo Huamán-Aguilar. Febrero, 2023
- No. 7 “Modelos de Ecuaciones Simultáneas (MES): Aplicación al mercado monetario”. Luis Mancilla, Tania Paredes y Juan León. Agosto, 2022
- No. 6 “Apuntes de Macroeconomía Intermedia”. Felix Jiménez. Diciembre, 2020
- No. 5 “Matemáticas para Economistas 1”. Tessy Vázquez Baos. Abril, 2019.
- No. 4 “Teoría de la Regulación”. Roxana Barrantes. Marzo, 2019.
- No. 3 “Economía Pública”. Roxana Barrantes, Silvana Manrique y Carla Glave. Marzo, 2018.
- No. 2 “Macroeconomía: Enfoques y modelos. Ejercicios resueltos”. Felix Jiménez. Marzo, 2016.
- No. 1 “Introducción a la teoría del Equilibrio General”. Alejandro Lugon. Octubre, 2015.

Departamento de Economía - Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria 1801, San Miguel, 15008 – Perú
Telf. 626-2000 anexos 4950 – 4951
<https://departamento-economia.pucp.edu.pe/>