

DIRECCION DE SÍNTESIS Y CUENTAS NACIONALES

PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES AÑO BASE 2015

NOTA METODOLÓGICA

MARZO DE 2022



Contenido

Introducción	3
1. Fuente de Datos	5
2. Marco metodológico – Modelo KLEMS	6
Función de producción	7
Función de valor agregado	8
Participación de los insumos	9
Agregación de las medidas de productividad.....	10
3. Servicios Laborales	10
4. Servicios de Capital	12
Stock de Capital Productivo	13
Tasa de retorno	14
Costo de usuario	14
5. Consumos Intermedios	15
Glosario	16
Bibliografía	19
Anexos	20

Introducción

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE presenta la metodología de cálculo de la productividad de la economía colombiana a partir del marco conceptual y metodológico del Sistema de Cuentas Nacionales SCN1993 y SCN2008, así como de la información que tiene como fuente el marco central del Sistema de Cuentas Nacionales con su base más actualizada (2015) y los datos que provienen de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH).

Para tal efecto, el DANE ha adoptado la metodología de cálculo de la productividad establecida en el Manual de LA-KLEMS [1], que a su vez tiene como referente conceptual internacional el Manual de Productividad de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE [2]. En la actualidad, este constituye, la principal guía conceptual a nivel mundial, sumado al hecho de atender los principios vigentes en torno a la medición de la contabilidad del crecimiento en el marco central del Sistema de Cuentas Nacionales. Además de estos referentes, este documento tiene en cuenta otros procedimientos como la revisión de las prácticas utilizadas para la medición de la productividad en Europa bajo el marco conceptual de EU-KLEMS [4], así como recomendaciones adicionales realizadas por la OCDE.

Desde la óptica del manual, el concepto de productividad se enfoca en la forma como la actividad económica combina los factores de capital, trabajo y consumos intermedios para generar bienes y servicios, no solo en términos de cantidad sino también de calidad. Una alta productividad implica que se logra producir un nivel más alto de valor económico con menor intensidad de uso de trabajo o capital; bajo esta perspectiva, es importante destacar que, como medida de eficiencia económica, el crecimiento de la productividad no se debe confundir con el crecimiento económico.

Existen diferentes tipos de medidas de productividad, la elección o prevalencia de cada enfoque está sujeta al propósito con que sea calculada y en muchos casos a la disponibilidad de los datos requeridos para su construcción. De manera general, las medidas¹ de productividad pueden ser clasificadas en aquellas que se basan en el enfoque de la producción bruta, y las que se basan en el enfoque del valor agregado, bien sea para un solo factor de producción (medidas de productividad simples: solo trabajo o solo capital) o para múltiples factores (medidas de productividad multifactorial - PTF), como bien se describe en la tabla 1.

¹ Estas medidas no son independientes entre sí, y sus relaciones pueden ser establecidas a través de la teoría económica de la producción [2].

Tipo de medición	Componentes	Producción	Valor Agregado
Medidas Simples	Trabajo	Productividad del Trabajo	Productividad del Trabajo
	Capital	Productividad del Capital	Productividad del Capital
Medidas Multifactoriales	Trabajo y Capital	PTF Capital-Trabajo	PTF Capital-Trabajo
	Capital, Trabajo y Consumos Intermedios (Energía, Materiales, Servicios)	KLEMS PTF	-

Tabla 1: Principales medidas de productividad [2]

Una estrategia comúnmente usada para medir la productividad en un nivel integrado de la economía se basada en el valor agregado, está es una recomendación general, que está estrechamente ligada con la flexibilidad de los requerimientos de información. Sin embargo, cuando se logra una mayor disponibilidad de información, como la que se registra en los cuadros oferta utilización (COU's)² de las cuentas de bienes y servicios, se puede desarrollar una medida basada en el enfoque de la producción, donde se establece una relación entre la producción, el trabajo, el capital y los consumos intermedios, permitiendo identificar el aporte de cada factor al crecimiento de la economía. De forma general esta medición se desarrolla bajo el supuesto de una función del tipo Cobb-Douglas. En cualquiera de los dos escenarios planteados, bien sea una medida basada en el valor agregado o basada en la producción, las cuentas nacionales constituyen la fuente estadística de preferencia en su desarrollo, enmarcando la medición de la productividad dentro de la contabilidad del crecimiento.

Para entender el cálculo de la productividad, esta nota metodológica está compuesta de dos apartados, en el primero se describen las fuentes de información, donde se listan las variables y parámetros necesarios en el proceso de cálculo. En el segundo apartado, se describe el marco conceptual y metodológico tomando como eje de referencia los manuales de medición de productividad [3], así como los trabajos desarrollados por LA-KLEMS [1], donde se detalla la construcción de variables de los servicios laborales, los servicios de capital y los consumos intermedios.

² "Constituyen la síntesis de los resultados de las cuentas de producción y generación del ingreso por actividad económica y por sector institucional, así como de los balances oferta-utilización para el universo de productos contemplados". Para mayor información remítase a <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cuentas-nal-anales/cuentas-nal-anales-base-2015.pdf>

1. Fuente de Datos

Dentro de los principales insumos utilizados para el cálculo de productividad se tienen las siguientes variables:

Variables	Descripción	Fuente
Variables Básicas		
Producción	Se requieren las series a precios corrientes, series de volumen constantes por encadenamiento con año de referencia 2015, e índices de precios.	Cuadros Oferta Utilización
Consumos Intermedios		
Energía		
Materiales		
Servicios		
Valor agregado bruto		
Variables de Trabajo		
Remuneración laboral de los asalariados	Se requieren las series a precios corrientes.	Cuadros Oferta Utilización
Total de horas efectivas trabajadas de ocupados	Se requieren las series totales y desagregadas por las categorías de trabajo (género, edad y nivel educativo).	GEIH
Total de horas efectivas trabajadas por los asalariados		
Ingresos laborales para el total de los ocupados		
Variable de Capital		
Formación bruta de capital fijo	Se requieren las series a precios corrientes, series de volumen constantes por encadenamiento con año de referencia 2015, e índices de precios.	Cuadros Oferta Utilización, Cuentas Nacionales Coyunturales.
Tasas de depreciación geométrica³	Perfiles Edad-Eficiencia	LA-KLEMS

Tabla 2: Fuentes de información

Particularmente las variables de Formación Bruta de Capital Fijo serán consideradas de acuerdo con la clasificación de activos presentada en la Tabla 3.

Código	Activo	Agrupación
IT	Equipos computacionales	TIC ⁴
CT	Equipo de comunicación	
Soft	Software	
TraEq	Equipo de transporte	NO TIC
Omach	Otra maquinaria y equipo	
Ocon	Construcción no residencial	
Rstruc	Construcción residencial	
Cult	Activos cultivables	

³ Anexo 1

⁴ Las tecnologías de la Información y las comunicaciones.

RD	Investigación y desarrollo	
OIPP	Otros activos de propiedad intelectual	

Tabla 3: Clasificación por activos basada en LAKLEMS

De acuerdo con las recomendaciones técnicas de LAKLEMS, todas las variables se encuentran clasificadas por actividad económica, que a su vez tienen en cuenta la nomenclatura CIIU Rev. 3, Tabla 4:

CIIU Rev. 3	Descripción
A-B	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca
C	Minería y extracción
D	Industrias manufactureras
E	Electricidad, gas y agua
F	Construcción
G-H	Comercio, hoteles y restaurantes
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
J-K	Intermediación financiera, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
L-Q	Actividades de servicios sociales, comunales y personales
TOT	Total Economía

Tabla 4: Actividades económicas

2. Marco metodológico – Modelo KLEMS

En esta sección se resume la metodología para la medición de la productividad total de los factores, basada en las recomendaciones de los manuales de productividad y medición del capital de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), junto con las recomendaciones del proyecto LA-KLEMS: Productividad y crecimiento económico en América Latina. En estos manuales se incorporan los métodos que permiten medir la productividad a través de factores como: trabajo, capital y los consumos intermedios, que a su vez están compuestos por energía, materiales y servicios, bajo el marco de la Contabilidad del Crecimiento⁵ y que será descrito en este capítulo.

⁵ El enfoque desarrollado en este documento se basa en los trabajos y propuestas realizados por Jorgenson, D. W., F. M. Gollop y B. M. Fraumeni (1987). Productivity and US Economic Growth, Cambridge MA: Harvard University Press quienes basan sus estudios en identificar las principales variables que determinan o afectan el crecimiento económico en el largo plazo.

De acuerdo con esta metodología, la medición de la productividad total de los factores puede realizarse partiendo de la función de producción estándar o de la función de valor agregado, estos enfoques son explicados a continuación:

Función de producción

La medición de la productividad total de los factores a través de este enfoque parte de la función de producción estándar para cada actividad económica, donde la producción depende de los consumos intermedios, capital, trabajo y tecnología en cada momento del tiempo. Este enfoque ha sido planteado como una manera de medir la productividad que no es explicada por un incremento en los factores de producción, mediante la estimación de un residual. Formalmente:

$$Y_j = f(K_j, L_j, X_j, T_j)$$

Donde Y es la producción, K es un índice de servicios de capital, L es un índice de servicios laborales, X es un índice de consumos intermedios, T es un índice que recoge los factores que afectan la producción diferente de los anteriores, y j denota la actividad económica⁶. usualmente este último se interpreta como una medida de la eficiencia con que se combinan los factores de producción. Bajo el supuesto de maximización, rendimientos constantes a escala y mercados competitivos, el valor de la producción es igual al valor de la suma de todos los insumos:

$$p_j^Y Y_j = p_j^K K_j + p_j^L L_j + p_j^X X_j$$

siendo p_j^Y el precio de la producción, p_j^X el precio de los consumos intermedios, p_j^K el precio de los servicios de capital y p_j^L el precio de los servicios laborales. De donde, el crecimiento de la producción puede ser estimado como:

$$\Delta \ln(Y_j) = \bar{w}_j^K \Delta \ln(K_j) + \bar{w}_j^L \Delta \ln(L_j) + \bar{w}_j^X \Delta \ln(X_j) + \Delta \ln(T_j)$$

En que $\Delta r = r_t - r_{t-1}$ representa la variación de la variable r entre el año $t - 1$ y el año t . $w_j^F = \frac{p_j^F F_j}{p_j^Y Y_j}$, con $F \in \{K, L, X\}$, representa la participación de cada insumo en el valor de la producción, tomando p_j^F como los índices de precios del respectivo factor. Bajo los anteriores supuestos se cumple $w_j^K + w_j^L + w_j^X = 1$, de forma tal que la variación en el tiempo del término de eficiencia puede ser expresado como:

⁶ Todas las variables suelen ser indexadas por el factor tiempo t , el cual se ha omitido con el fin de facilitar la notación

$$\Delta \ln(T_j) = \Delta \ln(Y_j) - \bar{w}_j^K \Delta \ln(K_j) - \bar{w}_j^L \Delta \ln(L_j) - \bar{w}_j^X \Delta \ln(X_j)$$

El término $\Delta \ln(T_j)$ se conoce como la Productividad Total de los Factores (PTF), que como se ha mencionado busca explicar el crecimiento de la producción que no es explicado por los factores capital, trabajo e insumos intermedios.

Función de valor agregado

El enfoque del valor agregado es propuesto con el fin de facilitar la estimación de la PTF, flexibilizando los requerimientos de información. Así, cuando no se consideran los consumos intermedios, se puede suponer que la función de producción es separable entre los insumos intermedios y una función del valor agregado que depende del capital, el trabajo y el factor de eficiencia, formalmente:

$$V_j = f(K_j, L_j, T_j)$$

Donde V es el valor agregado, K es un índice de servicios de capital, L es un índice de servicios laborales y T es un índice que recoge los factores que afectan la producción diferente de los anteriores que de la misma manera que ocurre en el caso de la función de producción es considerada sobre cada actividad económica j , y que resulta en una estimación de la productividad total de los factores como el siguiente residuo:

$$\Delta \ln(T_j) = \Delta \ln(V_j) - \bar{w}_j^K \Delta \ln(K_j) - \bar{w}_j^L \Delta \ln(L_j)$$

En el cual $w_j^F = \frac{p_j^F F_j}{p_j^Y Y_j}$, con $F \in \{K, L\}$, representa la participación de cada insumo en el valor agregado.

Esta construcción de la PTF a partir del valor agregado, parte del supuesto de separabilidad de la función de producción entre los consumos intermedios y el valor agregado, particularmente esta separación permite expresar la producción como:

$$\Delta \ln(Y_j) = \bar{v}_j^V \Delta \ln(V_j) + (1 - \bar{v}_j^V) \Delta \ln(X_j)$$

Donde \bar{v}_j^V es la participación media del valor agregado en la producción. Así la PTF medida desde el enfoque de la producción y la PTF medida desde el enfoque del valor agregado, resultan proporcionales entre sí, como sigue:

$$\Delta \ln(T_j^V) \approx \frac{1}{\bar{v}_j^V} \Delta \ln(T_j^V)$$

En las siguientes secciones se construyen paso a paso los índices de trabajo y capital, cabe resaltar que, bajo los diferentes enfoques, producción y valor agregado, la principal diferencia se encuentra en la participación de cada factor a la producción o al valor agregado cualquiera que sea el caso, incluyendo la remuneración del trabajo y del capital. Por otra parte, la construcción expuesta del índice de consumos intermedios se limita al cálculo de la PTF desde la función de producción.

Participación de los insumos

La construcción de las ponderaciones $w_j^F = \frac{p_j^F F_j}{G_j}$, con $F \in \{K, L, X\}$ y $G_j \in \{p_j^V V_j, p_j^Y Y_j\}$, parten del cálculo de la proporción de los ingresos laborales LAB_j y de capital CAP_j en el valor agregado por actividad económica j . En este sentido, las ponderaciones de los insumos de trabajo y capital deben reflejar el coste marginal de la utilización de dichos factores, y de manera general se definen como componentes del valor agregado donde:

$$p_j^V V_j = COMP_j + OS_j + T_j^0$$

Siendo $p_j^V V_j$ el valor agregado a precios corrientes, $COMP_j$ la remuneración a los asalariados, OS_j el excedente bruto de explotación, incluyendo el ingreso mixto, y T_j^0 los impuestos. Bajo el marco metodológico de LA-KLEMS se busca dividir a OS_j entre la remuneración de los trabajadores por cuenta propia SC_j , que forma parte de la remuneración del trabajo, y una proporción de la remuneración del capital[1].

Para este caso, la variable de remuneración a los asalariados $COMP_j$ constituye una parte de los ingresos laborales. Sin embargo, es necesario ajustar esta variable para poder incluir el aporte de los trabajadores por cuenta propia; así, bajo el supuesto de que el ingreso por hora de los trabajadores por cuenta propia es igual al ingreso por hora de los trabajadores asalariados, el ingreso laboral LAB_j es calculado como:

$$LAB_j = \frac{H_EMP_j}{H_EMPE_j} COMP_j$$

Siendo H_EMP_j las horas trabajadas por el total de los ocupados y H_EMPE_j las horas trabajadas por los trabajadores asalariados. De donde el ingreso de capital CAP_j es calculado como el residual entre el valor agregado y el ingreso laboral, así:

$$CAP_j = p_j^V V_j - LAB_j$$

Cuando LAB_j es mayor que el valor agregado, el ingreso del capital resulta negativo, en cuyo caso, se ajusta LAB_j al total del valor agregado, fijando el ingreso de capital CAP_j en 0. Utilizando estas variables, las proporciones correspondientes de los ingresos laborales y de capital son calculadas como:

$$w_j^L = \frac{LAB_j}{G_j} \quad w_j^K = \frac{CAP_j}{G_j}$$

Con $G_j \in \{p_j^V V_j, p_j^Y Y_j\}$, bien sean como parte del valor agregado $p_j^V V_j$ o de la producción $p_j^Y Y_j$.

Agregación de las medidas de productividad

La agregación de las medidas de productividad hace referencia a la conformación de totales consistentes con los componentes, que buscan establecer un vínculo entre las medidas de productividad por actividad económica y su contraparte a un nivel general, esta agregación busca explicar la productividad del total de la economía, a través de los crecimientos observados por actividad económica [2]. Es así, que las agregaciones de la productividad total de los factores y de sus componentes para el total de la economía son calculadas como una suma ponderada de los crecimientos por actividad usando un índice de Törnqvist.

3. Servicios Laborales

La medición del factor trabajo es realizada a partir de las *horas efectivamente trabajadas*. Para obtener esta variable es necesario realizar una corrección de las horas trabajadas por la calidad del trabajo, llevando a cabo el cálculo al nivel más desagregado posible a través de los siguientes atributos:

Atributos	Descripción
Sexo	Mujer
	Hombre
Edad	15-29 años
	30-49 años

	50 y más años
Educación	1 Alto
	2 Medio
	3 Bajo

Tabla 5: Desagregación de las variables laborales

Si se realiza una combinación entre los tres atributos y las ocho descripciones es posible obtener un cálculo a un nivel de 18 categorías. De esta manera, se obtiene una aproximación a la productividad de cada categoría de trabajadores ponderando por sus remuneraciones. Es importante resaltar que a través de esta desagregación se busca reflejar la heterogeneidad del factor trabajo.

Esta aproximación a la medición del factor trabajo corresponde a la recomendada en el manual productividad de la OCDE, donde se sugiere realizar la corrección de las horas trabajadas para el total de la economía y para cada una de las actividades económicas. De esta forma, la variación del factor trabajo puede expresarse a través del cambio en las horas trabajadas. Formalmente, los servicios laborales son un índice de las horas trabajadas H , por las diferentes categorías de trabajo l , que está dado por:

$$\Delta \ln(L_t) = \sum_l \bar{v}_{l,t} \Delta \ln(H_{l,t})$$

Donde $\bar{v}_{l,t}$ es el promedio de las participaciones de cada tipo de trabajo en la remuneración, es decir:

$$\bar{v}_{l,t} = \frac{v_{l,t} + v_{l,t-1}}{2}$$

Donde:

$$v_{l,t} = \frac{p_{l,t} H_{l,t}}{\sum_g p_{g,t} H_{g,t}}$$

Siendo $p_{l,t}$ el precio de una hora de trabajo en la categoría l , y $H_{l,t}$ las horas trabajadas en la categoría l . Adicionalmente, es posible realizar una descomposición de este índice que puede resultar útil en el análisis de los servicios laborales y su contribución al crecimiento, a través del *efecto de la composición del trabajo* y del *efecto del cambio en las horas trabajadas*, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(L_j) &= \sum_k \bar{v}_{kj} \Delta \ln(H_{kj}) - \Delta \ln(H_j) + \Delta \ln(H_j) \\ &= \left(\sum_k \bar{v}_{kj} \Delta \ln(H_{kj}) - \sum_k \bar{v}_{kj} \Delta \ln(H_j) \right) + \Delta \ln(H_j) \\ &= \sum_k \bar{v}_{kj} \Delta \ln \frac{H_{kj}}{H_j} + \Delta \ln(H_j) \end{aligned}$$

Efecto de la composición del trabajo **Efecto del cambio en las horas trabajadas**

La desagregación de los datos anteriormente expuesta también permite identificar una aproximación de la productividad que puede concentrarse en cada uno de los atributos; particularmente en el caso del enfoque de género la productividad es calculada a través de la desagregación proporcionada por el atributo *sexo*.

4. Servicios de Capital

La medición del factor capital presenta una analogía con las medidas del factor trabajo. Un ejemplo de estos son los bienes de capital que al ser adquiridos o rentados por una empresa son vistos como servicios de capital que constituyen el principal aporte de este factor a la producción. Sin embargo, debido a que en muchos casos los productores son dueños de los bienes de capital que usan, es decir cuando los bienes prestan servicios a sus dueños, ninguna transacción de mercado es registrada, razón por la cual los flujos de servicios de capital no son observables de manera directa y tienen que ser aproximados asumiendo que son proporcionales al stock de capital productivo.

En general, la construcción del índice de los servicios de capital es realizada en la siguiente secuencia:



Figura 1: Estimación de los servicios de capital

Stock de Capital Productivo

Una primera aproximación a la medición del factor capital recae en el cálculo del stock de capital productivo, para el cual se debe contabilizar de la manera más desagregada posible la inversión en activos fijos, es decir la formación bruta de capital fijo (FBKF), por actividad económica j . Comúnmente este stock es calculado mediante el método de inventario permanente, donde se define como una suma ponderada de inversiones pasadas $I_{k,j,t-\tau}$ en la cual, las ponderaciones están dadas por la pérdida de eficiencia relativa de los bienes de capital dentro de cada industria, así el stock de capital productivo $S_{k,j,t}$ para un tipo de activo k , en la actividad económica j en el momento t , se define formalmente como:

$$S_{k,j,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_{k,j,\tau} I_{k,j,t-\tau}$$

Donde $\theta_{k,j,t}$ es el perfil que representa de manera conjunta los retiros y la pérdida de eficiencia del activo k de edad τ en comparación con un activo nuevo para el periodo t que para fines prácticos en el desarrollo de este proyecto seguirá un modelo geométrico⁷. Por lo tanto, los perfiles edad eficiencia estarán dados por $\theta_{k,j,\tau} = (1 - \delta_{k,j})^\tau$ con $\delta_{k,j}$ una tasa de depreciación constante conocida⁸.

Para poder desarrollar de manera adecuada el cálculo del stock de capital productivo, es necesario realizar la estimación del stock productivo inicial $S_{k,j,1}$, el cual se obtiene a partir del promedio de la formación bruta de capital fijo durante los primeros cinco años $\overline{I_{k,j,5}}$, la tasa media de crecimiento logarítmico del valor agregado por actividad $\overline{g_j}$ y la tasa de depreciación $\delta_{k,j}$, así:

$$S_{k,j,1} = \frac{\overline{I_{k,j,5}}}{\delta_{k,j} + \overline{g_j}}$$

⁷ El Stock productivo puede verse como:

$$S_{k,j,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_{k,\tau,j} I_{k,j,t-\tau} = I_{k,j,t} + \sum_{\tau=1}^{\infty} \theta_{k,\tau,j} I_{k,j,t-\tau}$$

Donde la segunda parte de esta ecuación, bajo los supuestos de perfiles geométricos, se conoce como **Acervo de Capital Neto** $A_{k,j,t}$, lo que nos permite reformular el stock de capital productivo de manera recursiva. Así:

$$S_{k,j,t} = I_{k,j,t} + A_{k,j,t}$$

⁸ Se adoptan las tasas de depreciación presentadas por LAKLEMS en la tabla 6 del Anexo.

Adicionalmente, para el total de la economía, el stock de capital productivo es calculado como la agregación de los stocks estimados por actividad económica.

Tasa de retorno

Como se expone en el manual de medición del capital de la OCDE, el método más usado dentro del proceso de medición del capital de la tasa de retorno es el ex-post⁹, consiste en la estimación de la tasa de retorno $i_{j,t}$, a partir del ingreso no laboral $p_{j,t}^k K_{j,t}$, la depreciación $\delta_{k,j}$, el índice de precios de las series de inversión $p_{k,j,t}^l$ y el stock productivo $S_{k,j,t}$. De esta manera:

$$i_{j,t} = \frac{p_{j,t}^k K_{j,t} + \sum_k [p_{j,t}^l - p_{j,t}^l] S_{k,j,t} - \sum_k p_{k,j,t}^l \delta_{k,j} S_{k,j,t}}{\sum_k p_{k,j,t}^l S_{k,j,t}}$$

Esta tasa de retorno puede tomar valores negativos, en cuyo caso es fijada en 0 siguiendo las recomendaciones de LAKLEMS.

Costo de usuario

En el caso de los bienes de capital, los flujos resultan ser equivalentes a lo que su propietario recibiría por rentar el activo durante cierto periodo. Así, en ausencia de impuestos, y bajo la condición de equilibrio se tiene que la ecuación de coste de uso del capital está dada por:

$$p_{k,j,t}^K = p_{k,j,t-1}^l i_{j,t} + \delta_{k,j} p_{k,j,t}^l - [p_{k,j,t}^l - p_{k,j,t-1}^l]$$

Donde el coste de uso del activo k está determinado por la tasa de retorno $i_{j,t}$, la depreciación $\delta_{k,j}$ y los precios de la inversión $p_{k,j,t}^l$. Una vez se han estimado los costos de uso del capital para cada tipo de activos, se pueden obtener las variaciones del índice de valor de los servicios de capital mediante un índice de Törnqvist, agregando los stocks de capital productivo a partir del valor de sus servicios. Formalmente, se definen los servicios de capital como:

$$\Delta \ln(K_j) = \sum_k \bar{v}_{k,j} \Delta \ln(S_{k,j})$$

Donde K_j denota el stock de capital en volúmenes encadenados de un tipo de activo k en la industria j y $\bar{v}_{k,j}$ representa las participaciones nominales, definidas como:

⁹ La tasa de retorno puede ser calculada a partir de dos enfoques: ex-post (tasas endógenas) y ex-ante (tasas exógenas) [3].

$$v_{k,j,t} = \frac{p_{k,j,t}^K S_{k,j,t}}{\sum_k p_{k,j,t}^K S_{k,j,t}}$$

5. Consumos Intermedios

Las medidas de productividad multifactorial, en específico aquellas desarrolladas bajo el marco de KLEMS, requieren información sobre los flujos de los consumos intermedios como uno de los factores de producción. En la desagregación usada por KLEMS estas medidas deben presentarse por separado para energía, materiales y servicios, permitiendo un tratamiento consistente de los consumos intermedios. El índice de consumos intermedios para la actividad económica j , bajo el marco de la función de producción se define entonces como:

$$\Delta \ln(X_j) = \sum_k \bar{v}_{k,j} \Delta \ln(X_k)$$

Donde k representa los insumos a considerar, que en este caso están conformados por Energía (E), Materiales (M) y Servicios (S). Siendo,

$$v_{k,j} = \frac{p_{k,j}^X X_{k,j}}{\sum_g p_{g,j}^X X_{g,j}}$$

Con $p_{k,j}^X$ el precio pagado por la actividad j por usar el insumo k . Esta desagregación de los consumos intermedios es utilizada para ampliar los ejercicios de la contabilidad del crecimiento y en este caso en particular para evaluar la contribución de cada insumo al crecimiento de la economía.

Glosario

Acervos de capital: Constituye la información sobre los acervos de capital neto y los stocks de capital productivo.

Acervos de capital neto: Corresponden a stocks de activos sobrevivientes de periodos pasados y corregidos para depreciación.

Consumo intermedio: Constituye el valor de los bienes y servicios utilizados completamente como insumos en un proceso de producción, excluidos los relativos al uso de los activos fijos que se registra como consumo de capital fijo.

Eficiencia: En el contexto de medición de la productividad, hace referencia al grado en que un proceso de producción refleja la mejor práctica, en términos de la composición de los factores "eficiencia técnica" o de su disposición "eficiencia de asignación". La eficiencia técnica completa se caracteriza por un proceso de producción donde la producción máxima posible ha sido lograda, dado un conjunto fijo de entradas y dada una cierta tecnología. La asignación total eficiente prevalece cuando la combinación de entrada-salida minimiza los costos y / o maximiza las ganancias.

Factor único de productividad (*Single-factor productivity*): Sinónimo de medida de la productividad parcial relacionada con el efecto de un tipo particular de factor productivo en la producción.

Formación bruta de capital: Representada por el valor total de la formación bruta de capital fijo, los cambios en los inventarios y las adquisiciones menos las disposiciones de objetos de valor generados por una unidad económica o sector.

Formación bruta de capital fijo: Mide el valor total de las adquisiciones menos las disposiciones de activos fijos durante el período contable, incluidas las adiciones al valor de los activos no producidos (activos del subsuelo, mejoras en tierras y terrenos, etc.) adelantadas en ejercicio de las actividades productivas de las unidades institucionales.

Función de valor agregado: Expresión que indica la cantidad máxima de valor agregado que un establecimiento o industria puede generar, dado un conjunto de precios de referencia y la cantidad de materias primas e insumos intermedios requeridos para obtener su producción.

Ingreso Mixto: Agregado que expresa el superávit o déficit que se obtiene de los procesos de producción a cargo de las empresas no constituidas en sociedad que son propiedad de los hogares. Contiene un elemento de remuneración por el trabajo realizado por parte del propietario u otros miembros del hogar que no puede identificarse por separado del retorno de la inversión hecha por el propietario como empresario.

Perfil Edad-Eficiencia: Función que refleja la pérdida en la capacidad productiva de un bien de capital a lo largo de su vida útil, o la tasa que muestra la disminución que tiene la contribución física de un activo a la producción con el paso tiempo, como efecto de su desgaste y/o daño¹⁰.

Producción: Es una actividad realizada bajo la responsabilidad, el control y la gestión de una unidad institucional, en la que se utilizan insumos de mano de obra, capital y bienes y servicios para obtener otros bienes y servicios [5]

Remuneración de los asalariados: Se define como los pagos totales en efectivo o en especie, pagaderos por una empresa a un empleado a cambio del trabajo realizado por esta última durante el período contable. Incluye los sueldos y salarios pagaderos en efectivo o en especie, así como las cotizaciones a la seguridad social pagaderas por los empleadores, que incluyen las cotizaciones a los sistemas de seguridad social, las contribuciones sociales reales a otros planes de seguro social relacionados con el empleo y las contribuciones sociales imputadas a otros planes de seguro social relacionados con el empleo¹¹.

Servicios de capital: Se refieren al flujo de servicios productivos proporcionados por un activo que se emplea en la producción. Reflejan en consecuencia una cantidad física, que no debe confundirse con el valor o el concepto de precio del capital y que, por tanto, constituyen la medida apropiada de la entrada del factor capital en el análisis de la producción.

Servicios laborales: Se refieren al flujo de servicios productivos proporcionados por un individuo que se emplea en la producción.

¹⁰ En el caso de las tasas geométricas, los perfiles edad-precio y edad-eficiencia coinciden.

¹¹ No se paga ninguna remuneración a los asalariados con respecto al trabajo no remunerado realizado voluntariamente, incluido el trabajo realizado por miembros de un hogar dentro de una empresa no incorporada en la propiedad del mismo hogar. La compensación de los empleados no incluye ningún impuesto pagadero por el empleador sobre la factura de sueldos y salarios, por ejemplo, un impuesto sobre la nómina. Dichos impuestos se tratan como impuestos sobre la producción.

Stock de capital productivo: Corresponde al stock de activos sobrevivientes de periodos pasados, y corregidos por su pérdida de eficiencia productiva.

Valor Agregado: es el mayor valor creado en el proceso de producción por efecto de la combinación de factores. Se obtiene como diferencia entre el valor de la producción bruta y los consumos intermedios empleados

Bibliografía

- [1] LA-KLEMS (2021). AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE KLEMS (LAKLEMS) RESUMEN DE LA METODOLOGÍA Y LA BASE DE DATOS. Disponible en línea <http://laklems.net/docs/Documento Metodologia y base de datos - LAKLEMS.pdf>
- [2] OECD (2001). Measuring Productivity. OECD Manual. Measurement Of Aggregate And Industry-Level Productivity Growth. Paris, France. March, 2001. Disponible en línea https://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/measuring-productivity-oecd-manual_9789264194519-en
- [3] OCDE (2009). Medición del capital. Manual OCDE 2009. Segunda Edición. ISBN 978-92-64-04366-4 (print). ISBN 978-92-64-04369-5 (PDF). Disponible en línea https://www.oecd-ilibrary.org/economics/medicion-del-capital-manual-ocde-2009_9789264043695-es
- [4] Timmer, M., O'Mahony, M., & Van Ark, B. (2007). GROWTH AND PRODUCTIVITY ACCOUNTS FROM EU KLEMS: AN OVERVIEW. National Institute Economic Review, (200), 64-78.
- [5] La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Sistema de Cuentas Nacionales 2008 (SCN 2008). Disponible en línea https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/sna2008_web.pdf

Anexos

Anexo 1 – Tasas de depreciación por actividad económica y tipo de activo

Industrias	IT	CT	Soft	TraEq	OMach	OCon	RStruc	Cult	RD	OIPP
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	0.315	0.115	0.315	0.170	0.129	0.024	0.011	0.179	0.200	0.129
Minería y extracción	0.315	0.115	0.315	0.174	0.108	0.033	0.011	0.207	0.200	0.108
Industrias manufactureras	0.315	0.115	0.315	0.191	0.094	0.023	0.011	0.207	0.200	0.094
Electricidad, gas y agua	0.315	0.115	0.315	0.191	0.094	0.023	0.011	0.207	0.200	0.094
Construcción	0.315	0.115	0.315	0.195	0.139	0.034	0.011	0.195	0.200	0.139
Comercio, hoteles y restaurantes	0.315	0.115	0.315	0.165	0.124	0.029	0.011	0.188	0.200	0.124
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0.315	0.115	0.315	0.203	0.140	0.028	0.011	0.188	0.200	0.140
Intermediación financiera, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	0.315	0.115	0.315	0.182	0.132	0.040	0.011	0.187	0.200	0.132
Actividades de servicios sociales, comunales y personales	0.315	0.115	0.315	0.195	0.145	0.035	0.011	0.210	0.200	0.145

Tabla 6: Tasas de depreciación