



# **CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRODUCTIVIDAD EN AMÉRICA LATINA**

**BASE DE DATOS LAKLEMS**

## **Metodología**

*(Abril 2020)*



*La elaboración de este documento fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, en el contexto del proyecto "RG-T2867 : LA-KLEMS: Crecimiento Económico y Productividad en América Latina".*

Este documento es una adaptación realizada por Matilde Mas y Eva Benages (Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas) para LAKLEMS del documento metodológico de la base de datos EUKLEMS elaborado por

Marcel Timmer, Ton van Moergastel, Edwin Stuivenwold, Gerard Ypma (Groningen Growth and Development Centre) y Mary O'Mahony y Mari Kangasniemi (National Institute of Economic and Social Research) en marzo de 2007

## Índice

Introducción.....	4
1.Características distintivas de la base de datos LAKLEMS .....	5
2.Cobertura de la base de datos LAKLEMS .....	7
3.Cuenta de producción: marco metodológico de referencia.....	10
4.Construcción de la base de datos.....	14
4.1. Cuenta de producción e insumos intermedios.....	14
4.2. Cuenta laboral.....	16
4.3. Cuenta de capital .....	20
4.4. Cuenta de productividad.....	28
Referencias bibliográficas .....	32

## Introducción

El presente documento describe los procedimientos, la metodología y los criterios generales empleados para construir la versión pública de la **base de datos LAKLEMS de Abril de 2020**. En su fase actual, el proyecto LAKLEMS está siendo financiado y coordinado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través de una cooperación técnica regional. Los países beneficiarios de dicha financiación son Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Honduras, México, Perú y República Dominicana.

Esta base de datos está orientada principalmente a analizar la productividad en los países de América Latina a nivel sectorial. Este trabajo pretende apoyar la investigación empírica y teórica en el ámbito del crecimiento económico, para lo cual estudia la relación que existe entre la formación de competencias, el progreso tecnológico y la innovación, por un lado, y la productividad, por otro. Además, la base de datos tiene por objeto apoyar la puesta en práctica de políticas que apoyen la reactivación de la productividad y la competitividad en la región de América Latina, para lo cual se precisan instrumentos de medición integrales que permitan supervisar y evaluar los progresos realizados. La creación de la base de datos también tiene por objeto el apoyo de la producción sistemática de estadísticas de alta calidad sobre el crecimiento y la productividad, aplicando las metodologías de las Cuentas Nacionales y los análisis insumo-producción.

La base de datos del proyecto LAKLEMS incluye mediciones del crecimiento económico, la productividad, la creación de empleo, la formación de capital y el cambio tecnológico a nivel sectorial para los países de América Latina desde 1990. Las mediciones de los insumos engloban diversas categorías: el capital (K), el trabajo (L), la energía (E), los materiales (M) y los insumos de servicios (S). Una de las principales ventajas de la cuenta de crecimiento es que está integrada en un marco analítico claro que se basa en las funciones de producción y en la teoría del crecimiento económico. Por tanto, proporciona un marco conceptual en el que se puede analizar la interacción entre las variables, lo que reviste una importancia fundamental para la evaluación de las políticas. Las mediciones se desarrollarán para los distintos países de América Latina, y están relacionadas con las bases de datos KLEMS «hermanas» en los Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea y Japón.

Este documento describe, en su primera sección después de esta breve introducción, las características distintivas de la base de datos LAKLEMS. La sección 2 describe la cobertura de la base de datos en lo que respecta a los países, las industrias (sectores de actividad) y las variables incluidas. En la sección 3 se expone el marco metodológico general de la contabilidad del crecimiento que se ha empleado para realizar los

ejercicios de contabilidad del crecimiento, así como las necesidades de datos que conlleva. En la siguiente y última sección se examina, sucesivamente, la cuenta de producción e insumos intermedios, la cuenta laboral, la cuenta de capital y la cuenta de productividad. Las fuentes y el tratamiento de la información específicas de cada país se ofrecen de forma más exhaustiva en unos ficheros separados por país incluidos en la base de datos, denominados *metadata*.

## 1. Características distintivas de la base de datos LAKLEMS

Una de las características distintivas más importante de las bases de datos KLEMS, entre las que se enmarca LAKLEMS, es la desagregación sectorial en los datos y en los análisis realizados de contabilidad del crecimiento. En efecto, LAKLEMS busca examinar el rendimiento productivo de las distintas industrias y la contribución de estas al crecimiento agregado en los países de América Latina. Diversos estudios han demostrado que existe una enorme heterogeneidad en el crecimiento de la producción y la productividad en todas las industrias, por lo que los análisis en este ámbito deben realizarse a nivel sectorial para entender los orígenes del proceso de crecimiento de los países. Con este objetivo, la base de datos LAKLEMS se ha creado a partir de los datos suministrados por los países participantes en la iniciativa, y se ha procesado con arreglo a procedimientos ya establecidos internacionalmente, que garantizan la armonización de los datos básicos y permiten aplicar la contabilidad del crecimiento de manera coherente y uniforme. Es importante destacar que esta base de datos se sustenta en las estadísticas de las Cuentas Nacionales y que, en todo lo posible, se ajusta al marco del Sistema de Cuentas Nacionales. Esto también asegura la comparabilidad de los datos de los distintos países, así como con los procedentes de otras bases de datos internacionales de similares características.

La armonización de los datos básicos de los países LAKLEMS se ha centrado en una serie de ámbitos:

- *Niveles de agregación*: el nivel de detalle de la industria en las estadísticas de las Cuentas Nacionales varía considerablemente entre países, variables y períodos. LAKLEMS ha generado una jerarquía industrial común para todos los países, compuesta por nueve sectores de actividad.<sup>1</sup>
- *Año de referencia para las mediciones de volumen*: los países difieren a la hora de fijar el año base para las mediciones de volumen de sus variables básicas en las Cuentas Nacionales, por lo que ha sido necesario un trabajo de homogeneización

---

<sup>1</sup> Se espera en un futuro aumentar el número de sectores disponibles.

en este ámbito. En esta versión de la base de datos, todas las series se han construido tomando como año de referencia 2010.

- *Estrategias frente a las rupturas de series*: dado el amplio periodo considerado en la base de datos, ha sido necesario enlazar diversas series de Cuentas Nacionales con diferentes años base con el objetivo de construir series homogéneas a lo largo de todos los años incluidos en la base de datos. Aunque para ello se han empleado metodologías estandarizadas, esta tarea ha sido llevada a cabo por los grupos de trabajo de cada uno de los países que forman parte de la base de datos.
- *Insumo laboral*: la base de datos incluye diversos conceptos de insumo laboral (trabajadores asalariados, ocupados totales, horas trabajadas, etc.).
- *Insumo de servicios laborales*: el insumo de servicios laborales se ha medido de manera estandarizada, distinguiendo diversos tipos de mano de obra en función del género, la edad y el nivel educativo. Para estas series ha sido necesario recopilar material adicional, ya que esta información no forma parte del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). En la mayoría de los países se ha recurrido a datos procedentes de distintas encuestas nacionales (en su mayor parte, se trata de encuestas de empleo o a los hogares).
- *Detalle de los activos*: aunque la formación bruta de capital fijo forma parte del Sistema de Cuentas Nacionales, este no siempre proporciona una clasificación de los activos lo suficientemente detallada para cubrir los objetivos de LAKLEMS. A pesar de ello, se ha intentado que la información de todos los países sea lo más similar posible. En caso contrario, se ha añadido una nota de advertencia en los ficheros de datos para los usuarios de los mismos.
- *Insumo de servicios de capital*: el insumo de servicios de capital se ha medido de manera estandarizada, utilizando tasas de depreciación armonizadas y reglas comunes a escala internacional. En concreto, se ha intentado seguir siempre que ha sido posible la metodología empleada para la elaboración de la base de datos KLEMS europea (EU KLEMS). Es importante señalar que el insumo de capital se mide por los servicios de capital y no por los stocks de capital, aunque ambos se incluyen en la base de datos como variables independientes.
- *Mediciones de la productividad multifactorial*: la productividad multifactorial (PTF) se ha generado a partir del valor agregado de acuerdo con una metodología estándar elaborada por Jorgenson, Gollop y Fraumeni (1987) y seguida por el resto de bases de datos KLEMS.
- *Mediciones de los insumos intermedios*: las series sobre los insumos intermedios se desglosan en energía, materiales y servicios, siguiendo la clasificación estandarizada típica de las bases de datos KLEMS a nivel internacional.

## 2. Cobertura de la base de datos LAKLEMS

En esta sección se describe la cobertura de la base de datos LAKLEMS (Abril 2020) en lo que se refiere a los países, las industrias y las variables incluidas en la misma. En principio, el período abarcado va desde 1990 hasta 2016, aunque debido a limitaciones de los datos, difiere de un país a otro, y en ocasiones de unas variables a otras, como se indica a continuación.

### *Variables LAKLEMS y vinculación con las Cuentas Nacionales*

La tabla 2.1 proporciona una visión general de todas las series incluidas en la base de datos LAKLEMS. Las variables cubiertas se pueden dividir en tres grupos principales: macromagnitudes básicas, en las que puede distinguirse entre variables básicas y de la contabilidad del crecimiento, variables de capital y variables de insumo laboral. Cada uno de estos tres grupos de variables se recoge en un fichero independiente, de forma que por cada país se elaboran tres ficheros de datos: el fichero **AB** para las macromagnitudes básicas y la contabilidad del crecimiento, el fichero **AIC** para las variables relacionadas con la formación bruta de capital fijo y el stock de capital, y el fichero **AIT** para las variables relacionadas con el empleo y su estructura por sectores, sexo, edad y niveles de estudios.

Las series básicas contienen todos los datos necesarios para construir mediciones de productividad individuales, como el valor añadido por hora trabajada. Incluyen series nominales, de volumen y de precios correspondientes a la producción y los insumos intermedios, el valor añadido, así como el empleo. Todas estas series forman parte del actual Sistema de Cuentas Nacionales y pueden encontrarse en las Cuentas Nacionales de todos los países, al menos en el período más reciente.

Las variables de contabilidad del crecimiento, al contrario que las anteriores, son de carácter analítico y no pueden derivarse de datos publicados procedentes de las Cuentas Nacionales sin supuestos adicionales. Estas variables incluyen las series de servicios de capital, servicios laborales (cantidad y composición) y de la productividad total de los factores (PTF), que son el centro y el objetivo principal del proyecto LAKLEMS. La construcción de estas series se basa en un modelo teórico de producción y requiere supuestos adicionales, que se detallan en las siguientes secciones.

Los ficheros de capital y de trabajo proporcionan series adicionales que se han utilizado para generar la contabilidad del crecimiento: mediciones del capital vinculado a las TIC y el resto de activos y mediciones de los diversos tipos de mano de obra y su remuneración dentro de la clasificación de LAKLEMS (véase tabla 2.1).

**Tabla 2.1 Variables en la base de datos LAKLEMS**

<b>a) Macromagnitudes básicas (fichero AB)</b>
<b>a.1) Variables básicas (cuenta de producción e insumos intermedios)</b>
Valor bruto de la producción a precios básicos corrientes (GO)
Consumo intermedio total a precios corrientes (II)
Consumo intermedio energía, a precios corrientes (II_E)
Consumo intermedio materiales, a precios corrientes (II_M)
Consumo intermedio servicios, a precios corrientes (II_S)
Valor agregado bruto a precios básicos corrientes (VA)
Remuneración laboral de los asalariados (COMP)
Número de ocupados (EMP)
Número de personas asalariadas (EMPE)
Total de horas trabajadas de ocupados (H_EMP)
Total de horas trabajadas de personas asalariadas (H_EMPE)
Valor bruto de la producción, índice de precios, 2010=100 (GO_P)
Consumo intermedio total, índice de precios, 2010=100 (II_P)
Consumo intermedio energía, índice de precios, 2010=100 (II_E_P)
Consumo intermedio materiales, índice de precios, 2010=100 (II_M_P)
Consumo intermedio servicios, índice de precios, 2010=100 (II_S_P)
Valor agregado bruto, índice de precios, 2010=100 (VA_P)
Valor bruto de la producción, índice de volumen, 2010=100 (GO_QI)
Consumo intermedio total, índice de volumen, 2010=100 (II_QI)
Consumo intermedio energía, índice de volumen, 2010=100 (II_E_QI)
Consumo intermedio materiales, índice de volumen, 2010=100 (II_M_QI)
Consumo intermedio servicios, índice de volumen, 2010=100 (II_S_QI)
Valor agregado bruto, índice de volumen, 2010=100 (VA_QI)
Valor agregado bruto por hora trabajada, índice de volumen, 2010=100 (LP_I)
Remuneración laboral por hora trabajada (LAB_AVG)
Numero promedio de horas trabajadas por ocupado (H_AVG)
<b>a.2) Variables Contabilidad del Crecimiento</b>
Remuneraciones al trabajo (LAB)
Remuneraciones al capital (CAP)
Servicios Laborales, índice de volumen, 2010=100 (LAB_QI)
Servicios de Capital, índice de volumen, 2010=100 (CAP_QI)
Tasa de crecimiento del volumen de valor agregado (% por año) (VA_Q)
Contribución de las horas trabajadas al crecimiento del valor agregado (puntos porcentuales) (VAConH)
Contribución del cambio en la composición laboral al crecimiento del valor agregado (puntos porcentuales) (VAConLC)
Contribución de los servicios de capital TIC al crecimiento del valor agregado (puntos porcentuales) (VAConKIT)
Contribución de los servicios de capital No-TIC al crecimiento del valor agregado (puntos porcentuales) (VAConKNIT)
Contribución de la PTF al crecimiento del valor agregado (puntos porcentuales) (VAConTFP)
Crecimiento de la PTF (basado en valor agregado) , 2010=100 (TFPva_I)



**Tabla 2.1 Variables en la base de datos LAKLEMS (cont.)**

b) Variables de capital (fichero AIC)
Formación Bruta de Capital Fijo nominal por activos <sup>2</sup> (I)
Formación Bruta de Capital Fijo real por activos (precios 2010) (Iq)
Formación Bruta de Capital Fijo, índice de precios por activos (2010=100) (Ip)
Stock de capital fijo nominal por activos (K)
Stock de capital fijo real por activos (precios 2010) (Kq)
Tasas de depreciación geométrica KLEMS por activos (Deprate)

c) Variables de insumos laborales (fichero AIT)
Participación de las horas trabajadas según tipo de empleo en el total de cada actividad económica (18 características del empleo por industria) (H_shares)
Participación de los ingresos laborales según tipo de empleo en el total de cada actividad económica (18 características del empleo por industria) (W_shares)

Nota: Entre paréntesis aparecen los códigos utilizados en la base de datos para cada variable.

### ***Países LAKLEMS***

En la tabla 2.2 figura una lista de los países incluidos en esta edición de la base de datos. También se indica el período para el que cada uno dispone de información. En general, en esta edición de la base de datos LAKLEMS el objetivo ha sido disponer de datos para el período 1990-2016.

**Tabla 2.2 Países cubiertos por la base de datos LAKLEMS**

Países	Periodo cubierto
Costa Rica	1991-2016
El Salvador	1990-2016
México	1990-2017
Perú	1990-2017
República Dominicana	1990-2016

<sup>2</sup> Aunque se ha intentado que la desagregación de las variables de capital sea la misma por países, esto no se ha conseguido en esta edición de la base de datos, en la que dos de los países (República Dominicana y El Salvador) aún no ha incorporado a sus Cuentas Nacionales la inversión en activos intangibles.

### *Clasificación y cobertura de las industrias*

Para esta edición de la base de datos, y en aras de conseguir cierta homogeneidad entre los datos de los distintos países, se ha recopilado información sectorial considerando nueve industrias.<sup>3</sup> Las industrias se clasifican según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas Rev.3. La tabla 2.3 proporciona una lista de las industrias.

**Tabla 2.3 Desagregación de LAKLEMS**

CIU Rev. 3	Descripción
AtB	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca
C	Minería y extracción
D	Industrias manufactureras
E	Electricidad, gas y agua
F	Construcción
GtH	Comercio, hoteles y restaurantes
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
JtK	Intermediación financiera, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
LtQ	Comunidad social y servicios personales
<b>TOT</b>	<b>Total Economía</b>

### **3. Cuenta de producción: marco metodológico de referencia**

En esta sección se resume el marco metodológico general que subyace a la construcción de la base de datos y en el que se basa la elaboración de la cuenta de producción, cuyo objetivo es analizar el crecimiento de la productividad total de los factores en las distintas industrias de los países de América Latina. Para ello, el punto de inicio es la función de producción a nivel de sector de actividad. En general, LAKLEMS sigue la metodología de la contabilidad del crecimiento elaborada por Dale Jorgenson y sus asociados descrita en Jorgenson, Gollop y Fraumeni (1987) y en Jorgenson, Ho y Stiroh (2005). Esta es la metodología seguida también en otras iniciativas KLEMS a nivel internacional.

---

<sup>3</sup> El nivel de detalle sectorial de la base de datos LAKLEMS varía entre los países y las variables debido a las limitaciones de datos. Con el fin de garantizar un nivel mínimo de detalle con el que sea posible hacer comparaciones entre los países, se han seleccionado esta lista mínima de nueve industrias. No obstante, se espera poder aumentar el detalle sectorial en próximas actualizaciones de la base de datos. Asimismo, se espera en un futuro cercano adoptar la nueva clasificación de actividades CIU Rev.4, a medida que todos los países la incorporen a sus Cuentas Nacionales.

Siguiendo esta metodología, se considera una función de producción estándar, donde la producción bruta de la industria depende del capital, el trabajo, los insumos intermedios y la tecnología en cada momento del tiempo  $t$ . Cada industria tiene su propia función de producción y compra una serie de insumos intermedios, unos servicios del capital y unos insumos laborales, teniendo en cuenta su tecnología. Se supone que la función de producción es separable en estos inputs, de tal forma que:

$$Y_j = f_j(K_j, L_j, X_j, A) \quad (1)$$

donde  $Y$  es la producción,  $K$  es un índice del flujo de servicios de capital,  $L$  es un índice del flujo de servicios laborales y  $X$  es un índice de insumos intermedios, que consiste en los insumos intermedios comprados a las otras industrias nacionales o al exterior. El término  $A$  recoge todos los factores que afectan a  $Y$ , distintos de los anteriores, y suele interpretarse como una medida de la eficiencia con la que se combinan los factores de producción. Según el supuesto de maximización de beneficios, rendimientos constantes a escala y mercados competitivos, el valor de la producción es igual al valor de la suma de todos los inputs:

$$P_j^Y Y_j = P_j^K K_j + P_j^L L_j + P_j^X X_j \quad (2)$$

donde  $P_j^Y$  es el precio de la producción,  $P_j^X$  es el precio de los insumos intermedios,  $P_j^K$  es el precio de los servicios de capital y  $P_j^L$  es el precio de los servicios laborales. Todas las variables también deberían estar indexadas por el factor tiempo, pero el subíndice del tiempo se ha suprimido en este documento siempre que sea posible, para simplificar la notación.

Teniendo en cuenta el supuesto estándar de rendimientos constantes a escala, maximización de beneficios y mercados competitivos, en los que los factores son remunerados en función de su producto marginal, podemos descomponer el crecimiento de la producción en la contribución de cada insumo y el término que representa la eficiencia (representada por  $A^Y$ ) de la siguiente forma:

$$\Delta \ln Y_{jt} = \bar{v}_{jt}^X \Delta \ln X_{jt} + \bar{v}_{jt}^K \Delta \ln K_{jt} + \bar{v}_{jt}^L \Delta \ln L_{jt} + \Delta \ln A_{jt}^Y \quad (3)$$

donde  $\Delta \mathbf{x} = \mathbf{x}_t - \mathbf{x}_{t-1}$  representa la variación entre el año  $t-1$  y el año  $t$ ,  $\mathbf{v}_{jt}$  representa la participación de cada input en el valor nominal de la producción, y  $\bar{\mathbf{v}}$  con una barra superior es el promedio de la participación en dos años de cada input en el valor nominal de la producción. Esta participación de cada uno de los insumos considerados sobre la producción se define como:

$$v_{jt}^X = \frac{P_{jt}^X X_{jt}}{P_{jt}^Y Y_{jt}}; \quad v_{jt}^L = \frac{P_{jt}^L L_{jt}}{P_{jt}^Y Y_{jt}}; \quad v_{jt}^K = \frac{P_{jt}^K K_{jt}}{P_{jt}^Y Y_{jt}} \quad (4)$$

El supuesto de los rendimientos constantes a escala según la ecuación (2) implica que  $\mathbf{v}_{jt}^X + \mathbf{v}_{jt}^L + \mathbf{v}_{jt}^K = \mathbf{1}$ , y permite que las participaciones observadas de los insumos se usen para estimar el crecimiento del término de eficiencia reordenando la ecuación (3). Este supuesto es frecuente en la bibliografía sobre la contabilidad del crecimiento (véase, por ejemplo, Schreyer 2001).<sup>4</sup> De esta forma, es posible definir la variación en el tiempo del término de eficiencia ( $\Delta \ln A_j$ ) en (3) de acuerdo con la ecuación (5).

$$\Delta \ln A_j = \Delta \ln Y_{jt} - \bar{v}_{jt}^X \Delta \ln X_{jt} - \bar{v}_{jt}^K \Delta \ln K_{jt} - \bar{v}_{jt}^L \Delta \ln L_{jt} \quad (5)$$

El término ( $\Delta \ln A_j$ ) se conoce como la Productividad Total de los Factores o PTF, y suele identificarse, según Solow (1957), con la medición del progreso exógeno. Por esta razón, se le denomina también *Residuo de Solow*. Por otra parte, obsérvese que la PTF recoge, en realidad, el crecimiento de Y que no está explicado por el crecimiento de X, K o L. Esta observación permitió a Abramovitz (1956) denominar a la PTF como “la medida de nuestra ignorancia”.

El crecimiento de la PTF se obtiene, por tanto, a partir del crecimiento real de la producción menos un crecimiento ponderado de los insumos empleados, donde la contribución de cada input se define como el producto de la tasa de crecimiento del input y su participación promedio en la producción de dos períodos. Esta descomposición constituye la base de los resultados de la contabilidad del crecimiento en la base de datos LAKLEMS.

Con el fin de facilitar el procedimiento de estimación de la PTF para un mayor número de países, y teniendo en cuenta que lo realmente relevante es la generación de renta en las economías, a continuación, y tomando como punto de partida la metodología general hasta ahora expuesta, se define una versión de la misma restringida, en la que el punto de partida es la función de valor agregado de cada industria. Esta función relaciona la cantidad de valor agregado generado en función del capital, el trabajo y el índice de eficiencia, A:

$$V_j = g_j(K_j, L_j, A) \quad (6)$$

---

<sup>4</sup> Otra posibilidad sería realizar el ejercicio de contabilidad del crecimiento sin la imposición de rendimientos constantes a escala, usando la participación de los costes y no las de los retornos para ponderar las tasas de crecimiento de los insumos (Basu, Fernald y Shapiro 2001).

donde  $V_j$  es la cantidad del valor agregado de la industria  $j$ . El valor agregado consiste en la suma de los insumos de capital y laborales, y su valor en términos nominales puede expresarse como sigue:

$$P_j^V V_j = P_j^K K_j + P_j^L L_j \quad (7)$$

donde  $P^V$  es el precio del valor agregado,  $P^K$  es el precio de los servicios del capital y  $P^L$  es el precio de los servicios laborales. Partiendo de los mismos supuestos mencionados anteriormente, el crecimiento del valor agregado de la industria  $j$  se puede descomponer en la contribución del capital, el trabajo y la PTF ( $A^V$ ) de la siguiente forma:

$$\Delta \ln V_{jt} = \bar{w}_{jt}^K \Delta \ln K_{jt} + \bar{w}_{jt}^L \Delta \ln L_{jt} + \Delta \ln A_{jt}^V \quad (8)$$

donde  $\bar{w}$  es la participación media de dos períodos del insumo en cuestión en el valor agregado nominal. Esta participación de cada insumo se define del siguiente modo:

$$w_{jt}^L = (P_{jt}^V V_{jt})^{-1} P_{jt}^L L_{jt}; \quad w_{jt}^K = (P_{jt}^V V_{jt})^{-1} P_{jt}^K K_{jt} \quad (9)$$

Para definir el valor agregado, suponemos que la función de producción es separable entre insumos intermedios y valor agregado. Para mantener la coherencia con la función de producción bruta, es necesario definir la cantidad de valor agregado implícitamente expresando la producción con índices de Törnqvist:

$$\Delta \ln Y_{jt} = (1 - \bar{v}_{jt}^V) \Delta \ln X_{jt} + \bar{v}_{jt}^V \Delta \ln V_{jt} \quad (10)$$

o reformulando esta última expresión:

$$\Delta \ln V_{jt} = \frac{1}{\bar{v}_{jt}^V} (\Delta \ln Y_{jt} - (1 - \bar{v}_{jt}^V) \Delta \ln X_{jt}) \quad (10')$$

donde  $\bar{v}_{jt}^V$  es la participación media del valor agregado en la producción bruta.

El índice de precios correspondiente del valor agregado también se define implícitamente para que la siguiente identidad se mantenga:

$$P_j^V V_j = P_j^Y Y_j + P_j^X X_j \quad (11)$$

Si la cantidad y el precio del valor agregado se definen de este modo, la PTF medida para la producción bruta (como en la ecuación (5)) y la PTF medida para el valor

agregado (a partir de la ecuación (8)) son proporcionales entre sí con la proporción de la producción respecto del valor agregado como factor de proporción (Bruno 1984)<sup>5</sup>.

$$\Delta \ln A_{jt}^V = \frac{1}{v_{jt}} \Delta \ln A_{jt}^Y \quad (12)$$

## 4. Construcción de la base de datos

### 4.1. Cuenta de producción e insumos intermedios

El panel a de la tabla 2.1 recoge todas las variables consideradas en la cuenta de producción e insumos intermedios de LAKLEMS. Todas las variables monetarias básicas se presentan tanto en valores corrientes (en millones de moneda nacional de cada país) como en constantes, utilizando para ello índices de volumen, con 2010 como año base. Los índices se han obtenido a partir de tasas de variación anual de las variables expresadas en términos constantes (cadena monetaria o volúmenes a precios de un año base fijo) proporcionadas por las instituciones responsables de cada país. Los índices de precios se derivan de las series nominales y de volumen proporcionadas por las instituciones responsables de cada país, que han sido convenientemente transformadas con el objetivo de que el año base sea común para todos los países, 2010.

Los insumos intermedios de la base de datos LAKLEMS se dividen en tres grupos: energía (E), materiales (M) y servicios (S). Este desglose de los insumos intermedios se puede usar para ampliar los ejercicios de contabilidad del crecimiento, pero también proporciona información de interés sobre la evolución de los patrones en el consumo intermedio (véase, por ejemplo, Jorgenson, Ho y Stiroh 2005, capítulo 4).

#### *Construcción de las series*

Para obtener estas series, el proyecto LAKLEMS sigue un procedimiento en dos etapas. En primer lugar, se parte de las series más recientes publicadas en el marco de las Cuentas Nacionales de cada país sobre la producción bruta (GO), los insumos intermedios totales (II) y el valor agregado (VA). Estas series se amplían y se desglosan con más nivel de detalle sectorial en caso necesario, utilizando información adicional o complementaria. Asimismo, también la cobertura temporal de estas series más recientes, y que se toman como *benchmark*, se amplía mediante el enlace de series de las Cuentas Nacionales anteriores (con bases distintas, y en ocasiones, siguiendo SCN más antiguos). En esos casos, el procedimiento habitual es aplicar las tasas de crecimiento de

---

<sup>5</sup> Sin embargo, cabe señalar que esto solo es válido mientras las tasas de crecimiento del volumen de valor agregado se calculen con arreglo a la ecuación (10).

las series más antiguas de Cuentas Nacionales a las variables en niveles de las nuevas series en un año de enlace concreto.

En caso de que falten datos, se aplican distintos procedimientos, que han sido determinados por los responsables o puntos focales de cada uno de los países incluidos en la base de datos LAKLEMS. Los distintos procedimientos aplicados han sido descritos en los ficheros de *metadata*, así como las fuentes de información utilizadas en cada caso.

### ***Agregación de los índices de volumen***

En el caso de los índices de volumen de las variables básicas para la contabilidad del crecimiento, para las agregaciones de industrias, utilizamos el índice de cantidad de Törnqvist, que es una aproximación temporal discreta de un índice de Divisia. Este método de agregación utiliza ponderaciones móviles anuales basadas en promedios de puntos adyacentes en el tiempo. La ventaja del índice de Törnqvist es doble. En primer lugar, pertenece a la clase preferida de índices superlativos (Diewert 1976). Dicho de un modo más preciso, reproduce exactamente un modelo translog, el cual es muy fiable, esto es, un modelo en que el agregado es una función lineal y cuadrática de los componentes y del tiempo. Esto contrasta con el índice encadenado de Laspeyres, que se emplea actualmente en muchas Cuentas Nacionales, y es propenso a sesgos de sustitución. En la práctica, sin embargo, cuando se aplica como una cadena anual, el índice de Laspeyres no está lejos del índice de Törnqvist mientras las tasas de crecimiento sean modestas<sup>6</sup>. En segundo lugar, el índice de Törnqvist es relativamente fácil de aplicar<sup>7</sup>.

### ***Mediciones de volumen para el valor agregado***

En esta base de datos hemos optado por utilizar los índices de volumen para el valor agregado a nivel de la industria para cada país procedentes de las Cuentas Nacionales de ese país en particular, por lo que la metodología puede diferir entre los distintos países y no siempre será igual a las definiciones implícitas que figuran en (10) y (11)<sup>8</sup>. Esta decisión está motivada por el hecho de que es habitual que las series de volumen para el valor agregado sean más largas y tengan más detalle sectorial que las series de producción bruta e insumos intermedios.

---

<sup>6</sup> Pueden producirse diferencias considerables en industrias que estén experimentando un rápido crecimiento, como la electrónica, o en industrias en rápido declive, como la minería.

<sup>7</sup> Los datos de volumen de las distintas industrias consideradas se toman directamente de las Cuentas Nacionales de los países.

<sup>8</sup> Pero las diferencias son menores.

## 4.2. Cuenta laboral

Esta sección ofrece información sobre la obtención de las series de servicios laborales de la base de datos LAKLEMS. Para comenzar, presenta una visión general del método teórico a partir del análisis elaborado por Dale Jorgenson y sus colaboradores. El objetivo de la cuenta laboral es estimar el insumo laboral total a fin de que refleje los cambios reales en la cantidad y la calidad del trabajo a lo largo del tiempo. En resumen, en este método la fuerza de trabajo se subdivide en distintos tipos según diversas características, en este caso la edad, el género y el nivel educativo. En la sección 4.2.1 se describe la metodología empleada para derivar series de servicios laborales. En la sección 4.2.2 se abordan los problemas relacionados con la aplicación de la misma a los países de América Latina.

### 4.2.1. Metodología

La productividad de los distintos tipos de mano de obra es diferente. Por ejemplo, no será la misma en el caso de los trabajadores poco cualificados que en el caso de los muy cualificados. Sin embargo, las mediciones estándares de los insumos laborales, como el número de empleados o las horas trabajadas, no tienen en cuenta esas diferencias. Así pues, es importante disponer de mediciones del insumo laboral que tomen en consideración la heterogeneidad de la fuerza de trabajo al analizar la productividad y la contribución de la mano de obra al crecimiento de la producción.

Estas mediciones que tienen en cuenta las características de los trabajadores se denominan en la literatura especializada servicios laborales, ya que permiten que existan diferencias en la cantidad de servicios prestados por unidad de trabajo, dependiendo de estas características.

Siguiendo el método de Jorgenson, Gollop y Fraumeni (1987), capítulo 5, suponemos que los servicios agregados son una función translog de los servicios de los distintos tipos de ocupados. Además, también suponemos que el flujo de servicios laborales para cada tipo de mano de obra es proporcional a las horas trabajadas, y que a los trabajadores se les paga de acuerdo a su productividad marginal. Así pues, el índice correspondiente del insumo de servicios laborales  $L$  es un índice de cantidad translog de las horas trabajadas ( $H$ ) por los distintos tipos de trabajo, indexados por  $i$ , y dado por:

$$\Delta \ln L_t = \sum_i \bar{v}_{i,t} \Delta \ln H_{i,t} \quad (13)$$

donde las ponderaciones vienen dadas por la participación promedio que representa cada tipo de trabajo en la remuneración del trabajo  $\bar{v}_{i,t} = \frac{1}{2} [v_{i,t} + v_{i,t-1}]$  y  $v_{i,t} =$



$(\sum_i p_{it}^L H_{it})^{-1} p_{it}^L H_{it}$ , siendo  $p_{it}^L$  el precio de una hora de trabajo del tipo de mano de obra  $i$ .

De esta forma, la agregación tiene en cuenta la composición cambiante de la fuerza de trabajo. Normalmente, un cambio en la proporción de horas trabajadas por trabajadores poco cualificados a trabajadores muy cualificados conllevará un crecimiento de los servicios laborales (variable LAB\_QI en la base de datos), que es mayor que el crecimiento del total de horas trabajadas (H\_EMP en la base de datos). Esta diferencia se denomina efecto composición del trabajo<sup>9</sup>. Se mide como la diferencia en el crecimiento de los servicios laborales y las horas trabajadas. Al comparar este efecto composición entre las industrias, se puede ver qué industrias tienen niveles relativamente altos de mano de obra muy productiva en comparación con otras. Del mismo modo, una reducción de las horas trabajadas por los trabajadores jóvenes e inexpertos en relación a trabajadores de más edad y experimentados se revelará como una contribución positiva de los servicios laborales al crecimiento, siempre y cuando los sueldos de los jóvenes sean inferiores a los de los trabajadores mayores.

#### **4.2.2. Aplicación práctica**

Entre las variables básicas de LAKLEMS (fichero AB) están las series de número de empleados asalariados y totales, así como el número de horas trabajadas por ambos grupos (véase tabla 2.1). La diferencia entre ambos grupos son los trabajadores por cuenta propia y la mano de obra familiar. Además, en la base de datos, en el fichero de trabajo (AIT) también se ofrecen los porcentajes que representan diversos tipos de mano de obra en la remuneración total del trabajo y en las horas totales trabajadas. En concreto, se distinguen 18 grupos dentro de cada industria (véase tabla 2.3) en función del sexo (hombre o mujer), de la edad (19-29 años, 30-49 años y 50 o más años) y del nivel educativo (alto, medio y bajo). Estos pesos son los que permiten obtener la estimación de los servicios laborales, considerando tanto la evolución del número de horas trabajadas como la composición de las mismas.

#### ***Comparabilidad con las Cuentas Nacionales***

Para todos los países se han utilizado los datos de las Cuentas Nacionales como principal punto de partida para construir series de empleo y de horas trabajadas. Sin

---

<sup>9</sup> Esta diferencia también se conoce como «calidad del trabajo» en la bibliografía sobre la contabilidad del crecimiento (véase, por ejemplo, Jorgenson, Ho y Stiroh 2005). Sin embargo, esta terminología tiene una connotación negativa que lleva fácilmente a confusión. Por ejemplo, el hecho de que las mujeres cobraran sueldos más bajos indicaría que las horas trabajadas por los hombres tienen una «calidad» mayor que las horas trabajadas por las mujeres. Si bien esa es la implicación del supuesto que se utiliza de que los salarios reflejan la productividad marginal, es preferible usar el concepto más positivo de «composición del trabajo».

embargo, las Cuentas Nacionales no proporcionan información suficiente para desagregar los datos en un gran número de industrias detalladas y, en algunos casos, no distinguen entre los trabajadores asalariados y los trabajadores por cuenta propia.<sup>10</sup>

Al igual que en el caso de las variables básicas, procedentes de las Cuentas Nacionales, también ha sido necesario utilizar datos adicionales o series de bases anteriores para empalmar los datos y ampliar las series hacia atrás. En estos casos, las instituciones responsables de los datos estadísticos de cada país han aplicado los métodos más adecuados de acuerdo a sus necesidades y a la disponibilidad de información adicional. Los distintos procedimientos se recogen en los ficheros de *metadata* de cada país.

### ***Horas trabajadas frente a horas pagadas***

Uno de los problemas principales encontrados a la hora de estimar las horas trabajadas es que las horas varían según las fuentes de datos. Los datos más fiables son las horas contractuales u horas pagadas, ya que estos datos normalmente proceden de los registros de nómina del empleador u otra fuente similar. Sin embargo, la medición de horas que interesa para medir la productividad es la de las horas efectivamente trabajadas. Esta medición también incluye las horas no pagadas y excluye las horas pagadas pero no trabajadas. Con frecuencia las Cuentas Nacionales proporcionan las horas reales trabajadas, y este es el concepto de horas adecuado para LAKLEMS.

### ***Datos sobre las horas trabajadas por los trabajadores por cuenta propia***

Los datos sobre las horas trabajadas por los trabajadores por cuenta propia suelen ser más difíciles de obtener y no siempre son publicados en las Cuentas Nacionales, por lo que esta variable no está disponible para todos los países de la base de datos (República Dominicana y México no disponen de esta información). No obstante, para realizar algunos de los cálculos asociados a la metodología de la contabilidad del crecimiento, ha sido necesario realizar una estimación de las mismas.

### ***Composición de la mano de obra***

Para calcular las series sobre los insumos de servicios laborales, se necesitan datos sobre las horas trabajadas y la remuneración por tipo de mano de obra. En la mayoría de los países, la fuente básica para este tipo de datos son encuestas nacionales de empleo u hogares (véase los ficheros de *metadata* de cada país). Sin embargo, en muchas ocasiones estas encuestas tienen un tamaño de muestra limitado y no tienen suficiente representatividad en el caso de algunas industrias, especialmente en las más pequeñas,

---

<sup>10</sup> Este es el caso de México en el caso del empleo y las horas trabajadas y de República Dominicana en el caso de las horas.

por lo que los pesos pueden presentar variaciones interanuales importantes y los resultados deben tomarse con cautela. La posibilidad de obtener un mayor nivel de detalle en el futuro dependerá en gran medida de la evolución del tamaño de las muestras de las encuestas.

### ***Trabajadores por cuenta propia frente a trabajadores asalariados***

Para casi todos los países, los datos por tipo de mano de obra solo están disponibles en lo que respecta a los trabajadores asalariados, no a los trabajadores por cuenta propia. Suponemos que las características laborales de los trabajadores por cuenta propia y los asalariados son las mismas dentro de una industria. Para la mayoría de las industrias, las desviaciones de este supuesto tendrán un efecto insignificante. Sin embargo, en el caso de las industrias con un gran número de trabajadores por cuenta propia, como la agricultura o la venta al por menor, este supuesto podría plantear más problemas.

### ***Datos sobre la remuneración***

Los datos sobre la remuneración por edades, sexo y niveles educativos a menudo están disponibles en las mismas encuestas nacionales mencionadas para el caso de la mano de obra y con el mismo detalle. En algún caso, la serie temporal para la remuneración es más corta que para el número de personas empleadas. En tales casos, se ha supuesto que los niveles relativos de remuneración no variaron a lo largo del tiempo.<sup>11</sup>

### ***Ingresos de los trabajadores por cuenta propia***

Para aplicar la metodología expuesta al principio de esta sección, es necesario disponer de datos sobre los ingresos de los trabajadores por cuenta propia, ya que es la única forma de obtener la remuneración total correspondiente al factor trabajo. Actualmente, la remuneración del trabajo (variable LAB en la base de datos) se deriva de aplicar la relación entre las horas trabajadas por el total de las personas empleadas y las trabajadas por los empleados asalariados a la remuneración de asalariados. Por tanto, el supuesto que se está utilizando en la mayor parte de los proyectos KLEMS es que la remuneración de los trabajadores por cuenta propia es igual a la remuneración de los asalariados.<sup>12</sup> Este es el supuesto también aplicado para estimar la remuneración total del trabajo en la base de datos LAKLEMS. En el caso de República Dominicana, que no dispone de información sobre las horas trabajadas por los asalariados, éstas se han

---

<sup>11</sup> Este es el caso de República Dominicana en los años comprendidos entre 1990 y 1999.

<sup>12</sup> Un análisis preliminar llevado a cabo para los países europeos en el marco del proyecto EU KLEMS indica que la remuneración de una persona que trabaja por cuenta propia es más baja en industrias como la agricultura y el comercio, pero es, al menos, igual de alta en otros sectores como los servicios empresariales.

estimado aplicando a los datos de empleados asalariados el promedio de horas trabajadas por asalariados del resto de países de la base de datos (El Salvador, Perú y Costa Rica) en cada una de las industrias consideradas. De esta forma, ha sido posible disponer de horas trabajadas totales y por los asalariados para ajustar la remuneración de los asalariados a la del total del trabajo. Y en el caso de México el factor de corrección a aplicar a la remuneración de los asalariados se ha estimado a partir de la información sectorial de Costa Rica, el país que más similitudes presenta con México en este aspecto, y una estimación<sup>13</sup> facilitada por INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México) para el total de la economía.<sup>14</sup>

### ***Comparabilidad del nivel educativo entre países***

Las definiciones de nivel de educación alto, medio y bajo<sup>15</sup> son coherentes a lo largo del tiempo para cada país, pero pueden variar ligeramente de un país a otro, dependiendo de las diferencias en los sistemas educativos de América Latina. En consecuencia, se debe tener cuidado al comparar las proporciones del nivel educativo entre países.

## **4.3. Cuenta de capital**

En esta sección se describen los métodos empleados para estimar los servicios del capital por industrias. La sección comienza ofreciendo una visión general del método teórico basado en el análisis desarrollado por Dale Jorgenson y sus colaboradores (elaborado por Jorgenson y Griliches 1967 y descrito en Jorgenson, Gollop y Fraumeni 1987, capítulo 4). Seguidamente, al igual que se ha hecho en el caso de la cuenta laboral, se examinan una serie de cuestiones empíricas específicas de los datos de capital y algunos problemas relacionados con la disponibilidad de datos y la construcción de las series de servicios del capital.

### **4.3.1. Metodología**

Para la medición de los servicios de capital, necesarios para la estimación de la productividad total de los factores, se necesitan estimaciones del stock de capital para los activos individuales, así como la proporción que la remuneración del capital supone sobre el valor total de la producción/valor añadido.

---

<sup>13</sup> Los resultados de este trabajo se presentaron en la quinta Conferencia WORLD KLEMS, celebrada en junio de 2018. Véase <https://scholar.harvard.edu/jorgenson/world-klems-2018> para más información al respecto.

<sup>14</sup> Esta estimación supone un factor diferencial con respecto a las cuentas KLEMS que publica INEGI en su página web para México. Véase <https://www.inegi.org.mx/programas/ptf/2013/> para más información al respecto.

<sup>15</sup> Los niveles educativos contemplados se definen de la siguiente forma: educación alta incluye educación universitaria/técnica superior; educación media se refiere a educación secundaria; y educación baja se refiere a educación primaria o inferior.

### ***Método de estimación del stock de capital para todos los tipos de activos***

El método más comúnmente empleado para medir el stock de capital es el método del inventario permanente. En este método, el stock de capital (S) se define como una suma ponderada de las inversiones pasadas, donde las ponderaciones vienen dadas por la eficiencia relativa de los bienes de capital en diferentes edades con arreglo a la siguiente ecuación (se han suprimido los subíndices de la industria para mayor comodidad):

$$S_{k,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_{k,\tau} I_{k,t-\tau} \quad (14)$$

Donde  $S_{k,t}$  es el stock de capital para un tipo de activo concreto  $k$  en el momento  $t$ ,  $\theta_{k,\tau}$  representa tanto los retiros como la pérdida de eficiencia del bien de capital de edad  $\tau$  en relación con la eficiencia de un activo nuevo.  $I_{k,t-\tau}$  es la inversión en el período  $t-\tau$ . Un supuesto implícito importante a este respecto es que los servicios prestados por activos de diferentes antigüedades son sustitutos perfectos entre sí (véase Jorgenson, Gollop y Fraumeni 1987, págs. 40 a 49, para más información). Para aplicar la ecuación (14) hay que especificar para cada tipo de activo un patrón particular de  $\theta$ . Por razones fundamentalmente prácticas, aplicamos el patrón geométrico, que implica que un activo pierde un porcentaje fijo de su capacidad productiva cada año. Por tanto, con una tasa de depreciación  $\delta$  constante dada, diferente para cada tipo de activo,  $\theta_t = (1 - \delta)^t$ , el stock de capital de un determinado activo  $k$  en el momento  $t$ .

$S_{k,t}$ , viene dado por la ecuación (15):

$$S_{k,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} (1 - \delta_k)^\tau I_{k,t-\tau} = (1 - \delta_k) S_{k,t-1} + I_{k,t} \quad (15)$$

Aplicando esta expresión, se obtiene el stock de capital neto de cada activo que se reporta en los ficheros de la base de datos.

### ***Agregación de los datos de capital: stock de capital y servicios del capital***

Para la agregación de los datos de stock de capital, se realiza una suma simple de los capitales acumulados en los distintos activos, así como de los sectores si el objetivo es valorar en términos monetarios (corrientes o constantes) el stock de capital del total de la economía.

Sin embargo, para el cálculo de los índices de volumen que representan los servicios del capital y que participan en la contabilidad del crecimiento, los agregados sectoriales se han obtenido como índices de Törnqvist.

Se supone que los servicios agregados del capital son una función translog de los servicios de los distintos activos considerados. Además, se supone que el flujo de servicios de capital para cada tipo de activo es proporcional a su stock, independientemente del tiempo. Por tanto, el índice correspondiente del insumo de capital  $K$  es un índice de cantidad translog de los distintos activos en una industria particular que viene dado por

$$\Delta \ln K_t = \sum_k \bar{v}_{k,t} \Delta \ln S_{k,t} \quad (16)$$

donde las ponderaciones vienen dadas por las proporciones promedio que representa cada componente (cada activo) en el valor de la remuneración del capital  $\bar{v}_{k,t} = \frac{1}{2} [v_{k,t} + v_{k,t-1}]$  y  $v_{kt} = (\sum_k p_{kt}^K S_{kt})^{-1} p_{kt}^K S_{kt}$ , siendo  $p_{kt}^K$  el precio de los servicios de capital del tipo de activo  $k$  en  $t$ . De este modo, la agregación tiene en cuenta la productividad marginal de los distintos activos que conforman el stock de cada país.

Los precios de alquiler, o el coste de uso del capital, se pueden estimar mediante el método estándar basado en la ecuación de arbitraje derivada de la teoría neoclásica de la inversión, elaborada por Jorgenson (1963) y Jorgenson y Griliches (1967). En equilibrio, un inversor es indiferente entre dos alternativas: comprar una unidad de capital a precio  $p_{kt}^I$ , cobrar una cuota de alquiler y luego vender el activo depreciado por  $(1 - \delta_k)p_{k,t+1}^I$  en el siguiente período, o ganar una tasa nominal de retorno,  $i_t$ , en una inversión alternativa. En ausencia de impuestos, la condición de equilibrio se puede reordenar, dando como resultado la ecuación del coste de uso del capital habitual:

$$p_{k,t}^K = p_{k,t-1}^I i_t + \delta_k p_{k,t}^I - [p_{k,t}^I - p_{k,t-1}^I] \quad (17)$$

Esta fórmula muestra que el coste de uso viene determinado por la tasa nominal de retorno, la tasa de depreciación y las ganancias de capital. O reformulando

$$p_{k,t}^K = r_{k,t} p_{k,t-1}^I + \delta_k p_{k,t}^I \quad (17')$$

siendo  $r$  la tasa de retorno real, definida como la tasa de retorno nominal ajustada por las ganancias de capital específicas de cada activo. Estas ganancias de capital pueden obtenerse a partir de los índices de precios de la inversión de cada activo individual. La tasa de depreciación es idéntica a la tasa empleada para elaborar las estimaciones del stock de capital en (15), ya que, en el caso de la depreciación geométrica, el perfil edad-precio y el perfil edad-eficiencia siguen el mismo patrón.

### Tasa de retorno

La tasa de retorno nominal se puede estimar de dos maneras diferentes<sup>16</sup>. La primera, el enfoque *ex ante*, se basa en un valor exógeno para la tasa de retorno, por ejemplo, las tasas de interés de los bonos del Estado. El segundo criterio es el enfoque residual, o *ex post*, que estima la tasa de retorno como un residuo, dado el valor de la remuneración del capital de las Cuentas Nacionales, la depreciación y las ganancias de capital. El atractivo de este último enfoque es que garantiza una coherencia total entre la cuenta de ingreso y la de producción. Por tanto, en esta base de datos se emplea un enfoque *ex post*.<sup>17</sup>

Se supone que el valor total de los servicios de capital para cada industria es igual a su remuneración para todos los activos. Este procedimiento da lugar a una tasa de retorno interna que agota la remuneración del capital (variable CAP en la base de datos) y es coherente con los rendimientos constantes a escala. Esta tasa de retorno nominal es la misma para todos los activos de una industria, pero se permite su variación según las industrias. Se deriva de forma residual de la siguiente manera:

$$\hat{i}_{j,t} = \frac{p_{j,t}^K K_{j,t} + \sum_k [p_{k,j,t}^I - p_{k,j,t-1}^I] S_{k,j,t} - \sum_k p_{k,j,t}^I \delta_k S_{k,j,t}}{\sum_k p_{k,j,t-1}^I S_{k,j,t}} \quad (18)$$

donde el primer término  $p_{j,t}^K K_{j,t}$  es la remuneración del capital en la industria  $j$ , que, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala se puede obtener como el valor agregado menos la remuneración del trabajo (VA-LAB en la terminología de la base de datos LAKLEMS).

#### 4.3.2. Aplicación práctica

En la tabla 2.1 panel b ya se presentaron las variables de la cuenta de capital incluidas en la base de datos LAKLEMS: formación bruta de capital fijo (FBCF) en términos corrientes, constantes, deflatores de la formación bruta de capital fijo y stock de capital en términos corrientes y también en términos reales o constantes. Todas las variables se presentan desagregadas por activos.

<sup>16</sup> Véase Schreyer (2001) para consultar un análisis de estas alternativas.

<sup>17</sup> La discusión sobre la conveniencia de aplicar uno u otro método es en gran medida de carácter metodológico, ya que los estudios muestran que, en la práctica, la elección del enfoque *ex ante* o *ex post* no supone una gran diferencia: las tasas de crecimiento de los servicios de capital parecen ser similares en ambos métodos, tanto a nivel de la economía agregada como a nivel de la industria (Baldwin y Gu 2007, Schreyer 2004, Erumban 2004, Oulton 2005). Sin embargo, esto no ocurre necesariamente al calcular la contribución del capital al crecimiento. La mayoría de los estudios muestran que las estimaciones del crecimiento de la PTF pueden ser muy diferentes en función de si se usa el enfoque *ex post* o *ex ante*. Baldwin y Gu (2007) muestra tasas de crecimiento de la PTF de Canadá (1961-1981) del 1,0 % anual para el criterio *ex post* y del 1,5 % para el criterio *ex ante*; véase también Schreyer (2004).

En esta sección analizamos tres cuestiones relevantes a la hora de medir los insumos de servicios de capital: los tipos de activos que se distinguen, la tasa de depreciación empleada y el tratamiento de los precios negativos de los servicios de capital.

### ***Tipos de activos***

Lo ideal sería dividir los insumos de capital en un gran número de tipos de activos distintos. Sin embargo, mientras que algunos países (como EE.UU. o algunos países europeos) disponen de matrices detalladas de FBCF, la mayoría solo ofrecen una cantidad limitada de activos, normalmente la propuesta por el SCN en vigor. Por tanto, y debido a este problema, se ha definido un nivel mínimo de tipos de activos al que se adhieren más o menos todas las bases de datos de los países LAKLEMS. La lista mínima incluye diez tipos de activos (véase la tabla 4.1), de los cuales tres son activos TIC (tecnología de la información y las comunicaciones): equipos computacionales, equipos de comunicación y *software*. La información relativa a los activos intangibles (I+D y otros activos de la propiedad intelectual), que han sido recientemente incluidos como inversión por el SCN 2008, no está disponible para todos los países de América Latina todavía, pues en muchas ocasiones, sus institutos de estadística están aún en un periodo previo a la adopción completa de las nuevas normas del SCN o bien, la información relativa a estos activos solo está disponible para los años más recientes. Este sería el caso de República Dominicana y El Salvador en la edición actual de la base de datos, pues no contienen información sobre estos dos activos.<sup>18</sup>

**Tabla 4.1. Activos incluidos en la base de datos LAKLEMS**

<b>Código KLEMS</b>	<b>Activo</b>
<b>IT</b>	Equipos computacionales
<b>CT</b>	Equipos de comunicación
<b>Soft</b>	Software
<b>TraEq</b>	Equipo de transporte
<b>OMach</b>	Otra maquinaria y equipos
<b>OCon</b>	Construcción no residencial
<b>RStruc</b>	Estructura residencial
<b>Cult</b>	Activos cultivables
<b>RD</b>	Investigación y desarrollo
<b>OIPP</b>	Otros activos de propiedad intelectual

<sup>18</sup> Este hecho debe tenerse en cuenta a la hora de comparar los datos de capital y también las cifras de la contabilidad del crecimiento de República Dominicana y El Salvador con el resto de países, pues su base de datos no es completamente homogénea. En los archivos de datos se ha añadido una nota remarcando este hecho, de forma que los usuarios de la base de datos lo tengan en cuenta al realizar sus análisis.



Debe tenerse en cuenta que en LAKLEMS solo se incluyen los activos fijos producidos. Sin embargo, para tener una cuenta de capital completa, también deberían tomarse en consideración la tierra y los inventarios, ya que la remuneración del capital en las Cuentas Nacionales también incluye los costes de uso de estos elementos. Sin embargo, las mediciones de las variaciones en el uso de la tierra y las cantidades de inventario a nivel de la industria son prácticamente inexistentes en la mayor parte de los países y a nivel internacional es una práctica habitual su exclusión. Se podría argumentar que las variaciones en los inventarios son ciclos de corto plazo sin tendencias que duren períodos más largos, por lo que su exclusión no sesgará los resultados de la contabilidad del crecimiento<sup>19</sup>. Por lo que se refiere a la tierra, esta afirmación probablemente no es cierta. Aunque se podría aducir que, a nivel de toda la economía la cantidad de tierra utilizada no cambia mucho, a nivel de industria este supuesto no es sostenible. Además, la exclusión de la tierra también puede afectar a las estimaciones de las tasas de retorno. Sin embargo, en vista de la actual disponibilidad de datos a nivel de industria, este problema no parece fácil de resolver en un futuro próximo, y de hecho, el resto de bases de datos KLEMS no incluyen la tierra en sus estimaciones de capital ni se plantean hacerlo por el momento.

### ***Patrones de depreciación***

La base de datos LAKLEMS adopta un enfoque armonizado de la medición del capital y usa las mismas tasas de depreciación de los activos para todos los países. Estas tasas de depreciación son diferentes según el tipo de activo y la industria, pero no según el país ni según el tiempo. Se basan en las tasas de depreciación de la industria por tipo de activo procedentes de EU KLEMS, que a su vez proceden de la Bureau of Economic Analysis (BEA) de EE.UU y son descritas en Fraumeni (1997). La ventaja de utilizar las tasas del BEA es que se basan en investigaciones empíricas, y no en supuestos *ad hoc* basados, por ejemplo, en la legislación fiscal; véase Comisión Estadística y Comisión Económica para Europa (2004).

La tabla 4.2 presenta las tasas de depreciación utilizadas para calcular el stock de capital en el marco del proyecto LAKLEMS<sup>20</sup>. La información se ofrece por activos y por industrias.

---

<sup>19</sup> Aunque es fácil pensar que los inventarios se redujeron, gracias al almacenamiento y a los pedidos realizados con ayuda de las TIC.

<sup>20</sup> En el caso de México no se dispone de información separada de los activos de I+D (RD) y otros productos de la propiedad intelectual (OIPP). Para realizar los cálculos necesarios relacionados con la cuenta de capital se ha utilizado la tasa de depreciación media de estos dos activos por industria.

**Tabla 4.2. Tasas de depreciación geométricas usadas en LAKLEMS por activos e industrias**

<b>Industrias</b>	<b>IT</b>	<b>CT</b>	<b>Soft</b>	<b>TraEq</b>	<b>OMach</b>	<b>OCon</b>	<b>RStruc</b>	<b>Cult</b>	<b>RD</b>	<b>OIPP</b>
<b>Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca</b>	0,315	0,115	0,315	0,170	0,129	0,024	0,011	0,151	0,200	0,129
<b>Minería y extracción</b>	0,315	0,115	0,315	0,170	0,129	0,024	0,011	0,207	0,200	0,129
<b>Industrias manufactureras</b>	0,315	0,115	0,315	0,174	0,108	0,033	0,011	0,207	0,200	0,108
<b>Electricidad, gas y agua</b>	0,315	0,115	0,315	0,191	0,094	0,023	0,011	0,207	0,200	0,094
<b>Construcción</b>	0,315	0,115	0,315	0,195	0,139	0,034	0,011	0,195	0,200	0,139
<b>Comercio, hoteles y restaurantes</b>	0,315	0,115	0,315	0,213	0,135	0,029	0,011	0,188	0,200	0,135
<b>Transporte, almacenamiento y comunicaciones</b>	0,315	0,115	0,315	0,165	0,103	0,027	0,011	0,197	0,200	0,103
<b>Intermediación financiera, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler</b>	0,315	0,115	0,315	0,179	0,138	0,039	0,011	0,204	0,200	0,138
<b>Comunidad social y servicios personales</b>	0,315	0,115	0,315	0,202	0,139	0,034	0,011	0,207	0,200	0,139

### ***Precios negativos de los servicios de capital***

Como se ha indicado antes, la metodología KLEMS usa una tasa de retorno (*ex post*) interna. Esta opción está justificada si se cumplen los siguientes supuestos: 1. los mercados son perfectamente competitivos; 2. la función de producción presenta rendimientos constantes a escala; 3. las empresas persiguen la maximización del beneficio; 4. la enumeración de los activos es completa (en especial, está incluida la tierra y los inventarios), y 5. la tasa de retorno nominal es la misma para todos los activos de una industria. Bajo estas condiciones, se cumple que los factores de producción son remunerados según su productividad marginal y que la suma de los costes de todos los activos es igual a su remuneración total.

Mediante estos supuestos y utilizando datos sobre la remuneración de los activos en cada industria, en teoría se puede determinar la tasa de retorno en cada industria mediante la ecuación (18). A su vez, esta tasa se emplea para calcular el precio de los servicios de capital. Pero en la práctica, los precios implícitos de los servicios de capital pueden ser negativos. En teoría, estos costes de uso negativos no son necesariamente incoherentes (véase, por ejemplo, Berndt y Fuss 1986), pero también pueden ser un indicio de problemas empíricos en la estimación de las participaciones que representa la remuneración del trabajo y del capital sobre la renta generada, o en el deflactor de la inversión. La mayoría de los costes de uso negativos son consecuencia de las grandes fluctuaciones que experimentan los deflactores de la inversión, por ejemplo, en los edificios residenciales o no residenciales. Otras se deben a una remuneración del capital muy baja o incluso negativa, relacionada con un valor agregado negativo, o a un ajuste excesivo de la remuneración del trabajo de las personas que trabajan por cuenta propia (por ejemplo, en la industria de la agricultura).

Los precios negativos del capital no permiten aplicar el método de agregación descrito anteriormente y, por tanto, deben tratarse con un procedimiento *ad hoc*. En la base de datos LAKLEMS, se usa una regla *heurística* sencilla y obligamos a que el coste de uso sea no negativo, fijándolo a cero en caso que esto suceda.

Debe preverse que, como resultado de estos supuestos, las estimaciones del crecimiento de los servicios de capital y la PTF cambien considerablemente en el caso de algunas industrias, en particular las industrias con una gran proporción de trabajadores por cuenta propia, una gran proporción de activos inmobiliarios en el stock de capital y un valor agregado pequeño o negativo.

### ***Stocks de capital negativos***

En algunos casos excepcionales, el stock de capital puede llegar a ser negativo debido a la existencia de inversiones negativas. En esos casos, el stock de capital se ha fijado a cero.

### ***Stock a final de año***

En la base de datos actual suponemos que toda la inversión realizada en el año  $t$  tiene lugar al principio del año. También se puede suponer que la inversión se distribuye a lo largo del año y el flujo de servicios de capital es proporcional al promedio del stock disponible al final del período en curso y el anterior, como en Jorgenson, Ho y Stiroh (2005).

### ***Remuneración del capital por industria***

Como ya se ha comentado en el apartado 4.2.2, la remuneración del trabajo de los trabajadores por cuenta propia no suele registrarse en las Cuentas Nacionales. Por ello, se hace una imputación suponiendo que la remuneración por hora de los trabajadores por cuenta propia es igual a la remuneración por hora de los asalariados. Este supuesto se establece a nivel de industria y puede resultar poco adecuado para algunas industrias si los ingresos de los trabajadores por cuenta propia y los asalariados varían de forma considerable. Como consecuencia, la remuneración del trabajo es a veces mayor que el valor agregado, de tal forma que la remuneración del capital, que se obtiene como un residuo, pasa a ser negativa. En estos casos, se ha revisado dicha asignación de las rentas entre el capital y el trabajo con procedimientos *ad hoc* que eviten variaciones excesivas en esta distribución de un año para otro. Normalmente se ha obtenido la remuneración del capital por interpolación y la del trabajo de forma residual.

## **4.4. Cuenta de productividad**

### **4.4.1. Metodología**

En el panel *a* (parte *a2*) la tabla 2.1 se presentan las variables resultantes de los ejercicios de contabilidad del crecimiento.

La cuenta de crecimiento con arreglo a la metodología descrita en la sección 3 se ha llevado a cabo para el valor agregado bruto. Las siguientes variables (siguiendo la nomenclatura utilizada en la base de datos) representan las contribuciones de cada insumo y de la PTF al crecimiento del valor añadido:

$$\begin{aligned}
VA_Q &= \Delta \ln V_{jt} \\
VA_{conK} &= \bar{w}_{jt}^K \Delta \ln K_{jt} \\
VA_{conL} &= \bar{w}_{jt}^L \Delta \ln L_{jt} \\
VA_{conTFP} &= \Delta \ln A_{jt}^V
\end{aligned}$$

donde  $\bar{w}_{jt}^K$  indica la proporción que representa el capital en el valor agregado, y lo mismo para la mano de obra,  $\bar{w}_{jt}^L$ . En el caso de los servicios del capital, la contribución al crecimiento del valor agregado se ha dividido entre la contribución del capital vinculado a las TIC y el capital no vinculado a las TIC. Asimismo, la contribución de los servicios laborales se ha dividido también en la contribución de las horas trabajadas (efecto cantidad) y la contribución de los cambios en la composición de la mano de obra (efecto composición).

$$\begin{aligned}
VA_{conKIT} &= \bar{w}_{jt}^{KIT} \Delta \ln KIT_{jt} \\
VA_{conKNIT} &= \bar{w}_{jt}^{KNIT} \Delta \ln KNIT_{jt} \\
VA_{conH} &= \bar{w}_{jt}^L \Delta \ln H_{jt} \\
VA_{conLC} &= \bar{w}_{jt}^L (\Delta \ln L_{jt} - \Delta \ln H_{jt})
\end{aligned}$$

donde  $\bar{w}_{jt}^{KIT}$  indica la proporción que representa el capital vinculado a las TIC en el valor agregado, y lo mismo para el no vinculado a las TIC,  $\bar{w}_{jt}^{KNIT}$ .

#### 4.4.2. Aplicación práctica

Para todas nuestras agregaciones de productos e insumos en las industrias, usamos el índice de cantidad de Törnqvist, que es una aproximación temporal discreta de un índice de Divisia. Este enfoque es similar al de Jorgenson, Gollop y Fraumeni (1987, capítulo 2)

Por otro lado, todas las tasas de crecimiento individuales se miden en diferencias de logaritmos naturales.

#### *Proporciones de los insumos*

Las ponderaciones de los insumos para los factores productivos trabajo y capital deben reflejar el coste marginal de la utilización del trabajo y el capital, respectivamente. Estos pueden basarse en componentes del valor agregado que figuran en las Cuentas Nacionales. En las Cuentas Nacionales se adopta la siguiente definición: el valor agregado a precios básicos es igual a la remuneración del trabajo de los trabajadores asalariados (variable COMP en la base de datos) más el excedente de explotación y el

ingreso mixto<sup>21</sup> más otros impuestos sobre la producción:  $P_j^V V_j = LC_j^E + OS_j + T_j^O$ , siendo  $LC_j^E$  la remuneración de los asalariados,  $OS_j$  el excedente bruto de explotación junto con el ingreso mixto y  $T_j^O$  los impuestos. El agregado formado por el excedente de explotación y el ingreso mixto debe dividirse en la remuneración de los trabajadores por cuenta propia ( $LC_j^S$ ), que forma parte de la remuneración del trabajo, y el resto, que debe asignarse a la remuneración del capital. Del mismo modo, deben asignarse los otros impuestos sobre la producción a los insumos de capital y laborales: ( $T_j^O = T_j^K + T_j^L$ ). Así, los costes laborales (variable LAB en la base de datos) y los costes de capital (CAP) se definen como sigue:

$$\begin{aligned} LAB &= P_j^L L_j = T_j^L + LC_j^E + LC_j^S \\ CAP &= P_j^K K_j = T_j^K + OS_j - LC_j^S \end{aligned}$$

La asignación de los otros impuestos sobre la producción al trabajo y al capital no es sencilla, ya que consisten en una serie de impuestos sobre la propiedad y el uso de la tierra, impuestos sobre el uso de los activos fijos, impuestos sobre la masa salarial total, impuestos sobre licencias, impuestos sobre la contaminación, etc. A falta de un conocimiento detallado de los distintos tipos de impuestos y su incidencia, la opción por defecto es asignar los impuestos sobre la producción a la remuneración del capital, es decir  $T_j^O = T_j^K$ .

Como ya se ha comentado anteriormente, la remuneración del trabajo de los trabajadores por cuenta propia no siempre se registra en las Cuentas Nacionales. Por ello, se hace una imputación suponiendo que la remuneración por hora de los trabajadores por cuenta propia es igual a la remuneración por hora de los trabajadores asalariados. Este supuesto se establece a nivel de industria, aunque como ya se ha comentado, puede resultar poco adecuado para algunas industrias donde las características de los trabajadores por cuenta propia y los asalariados varían de forma considerable.

### ***Advertencias para algunas mediciones de la productividad a nivel de la industria***

En la base de datos LAKLEMS, se ofrecen mediciones de la Productividad Total de los Factores (PTF) para todas las industrias que abarcan la economía total. Sin embargo, el usuario debe ser consciente de algunas limitaciones concretas relacionadas con la

---

<sup>21</sup> El ingreso mixto se refiere a los ingresos obtenidos por los trabajadores por cuenta propia. Una parte del mismo corresponde a la remuneración del factor trabajo, mientras que otra corresponde a la remuneración de los capitales utilizados en la realización de su actividad productiva.

interpretación de los resultados de algunas industrias. En particular, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- No se tienen en cuenta los activos de la tierra ni los recursos naturales. Las mediciones de la PTF para industrias como la agricultura (AtB) y la minería (C) deben interpretarse desde esta perspectiva. Además, seguramente por esta razón, la remuneración del capital en estas industrias a menudo es negativa, lo que indica que los activos de capital no contribuyen al crecimiento, lo cual es poco probable durante períodos de tiempo prolongados.
- Un elemento especial del Sistema de Cuentas Nacionales es la imputación de las viviendas ocupadas por sus propietarios. Esta imputación se añade normalmente a la producción de las actividades de alquiler de la industria inmobiliaria. Desde el punto de vista de la productividad, esto no resulta adecuado. En primer lugar, plantea problemas para hacer comparaciones internacionales, porque los métodos de imputación de los alquileres varían de un país a otro. En segundo lugar, esta producción se mide como insumo (servicios de los edificios de viviendas ocupados por sus propietarios) y, por tanto, el crecimiento de la productividad es nulo por definición. En tercer lugar, no está claro hasta qué punto las series de inversión en viviendas residenciales distinguen entre viviendas ocupadas por sus propietarios y alquiladas, ni cómo se registran estos flujos entre las industrias y los hogares privados. Lo más adecuado sería disponer por separado de la producción derivada de los alquileres imputados teniendo únicamente en cuenta los insumos de los servicios de los edificios ocupados por sus propietarios. Esto exigiría un desglose de la inversión en edificios residenciales por sector institucional (o al menos del sector de los hogares frente a otros), que por desgracia, muy pocos países tienen disponible en sus estadísticas de forma adecuada. En consecuencia, y al igual que en otras bases de datos KLEMS, en LAKLEMS los alquileres imputados se han incluido en la industria inmobiliaria. Así pues, las comparaciones de la productividad de esta industria deben interpretarse con cautela y, precisamente por esta razón, este sector se omite con frecuencia en los cálculos y análisis de productividad.

## Referencias bibliográficas

- Abramovitz, M (1956). "Resource and output trends in the United States since 1870". *American Economic Review*, 46 (2), pp. 5-23.
- Baldwin, J. R. y W. Gu (2007). "Multifactor Productivity in Canada: An Evaluation of Alternative Methods of Estimating Capital Services," *The Canadian Productivity Review* 2007009e, Statistics Canada, Economic Analysis Division.
- Basu, S., J. G. Fernald, and M. D. Shapiro (2001). "Productivity Growth in the 1990s: Technology, Utilization, or Adjustment?", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 55, 117-166.
- Berndt, E. R. y M. A. Fuss (1986). "Productivity Measurement with Adjustments for Variations in Capacity Utilization and Other Forms of Temporary Equilibrium." *Journal of Econometrics*, 33, 7-29.
- Bruno, M. (1984). "Raw Materials, Profits, and the Productivity Slowdown", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 99, No. 1 (Feb., 1984), pp. 1-30
- Diewert, W. E. (1976). "Exact and Superlative Index Numbers," *Journal of Econometrics* 4, 115-145.
- Erumban, A. A. (2004). "Twenty Ways to Aggregate Capital: Does it Really Matter for a Study of Economic Growth?", Documento presentado en el 28th General Conference of the International Association for Research in Income and Wealth, Cork (Ireland).
- EU KLEMS. EU KLEMS Growth and Productivity Accounts: Statistical Module, ESA 2010 and ISIC Rev. 4 industry classification. September 2017 release, Revised July 2018. Base de datos disponible en Internet: <http://www.euklems.net/>
- Fraumeni, B. (1997). "The Measurement of Depreciation in the US National Income and Product Accounts," *Survey of Current Business*, julio 1997.
- Jorgenson, D. W. (1963). "Capital Theory and Investment Behaviour", *American Economic Review*, 53(2), pp. 247-259.
- Jorgenson, D. W. y Z. Griliches (1967). "The Explanation of Productivity Change," *Review of Economic Studies*, 34, pp. 249-83.



- Jorgenson, D. W., F. M. Gollop y B. M. Fraumeni (1987). *Productivity and US Economic Growth*, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Jorgenson, D. W., M. Ho y K. Stiroh (2005). *Information Technology and the American Growth Resurgence*, MIT, 2005.
- Jorgenson, D. W., M. S. Ho y K. J. Stiroh (2005). *Productivity. Vol. 3 Information Technology and the American Growth Resurgence*. Cambridge, Mass.: MIT Press
- Oulton, N. (2005). "Ex ante versus ex post measures of the user cost of capital", EUKLEMS working paper n.º 5, agosto.
- Schreyer, P. (2001). *OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-Level and Aggregate Productivity Growth*, París: OCDE, marzo.
- Schreyer, P. (2004). "Measuring Multi-Factor Productivity when Rates of Return are Exogenous," Documento presentado en el SSHRC International Conference on Index Number Theory and the Measurement of Prices and Productivity.
- Schreyer, P. (2009). *Measuring capital: OECD Manual. Second edition*. París: OCDE.
- Solow, R.M. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-20.
- Statistical Commission and Economic Commission for Europe (2004). *Survey of National Practices in Estimating Service Lives of Capital Assets*, CES/AC.68/2004/18, Paper presented on the joint meeting of national accounts in Geneva, 28-30 abril.
- Timmer, M.P, T. van Moergastel, E. Stuivenwold, G. Ypma, M. O'Mahony y M. Kangasniemi (2007). *EU KLEMS growth and productivity accounts. Version 1.0.: Part I Methodology*. Bruselas: Comisión Europea. Disponible en internet: [http://www.euklems.net/data/euklems\\_growth\\_and\\_productivity\\_accounts\\_part\\_i\\_methodology.pdf](http://www.euklems.net/data/euklems_growth_and_productivity_accounts_part_i_methodology.pdf)
- WORLD KLEMS. WORLD KLEMS Initiative. Disponible en internet: <http://www.worldklems.net/index.htm>