

Manual de Construcción de Cifras para Productividad Total de Factores (PTF) de la CNEP

Última actualización: enero de 2026

La Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (CNEP), en su Informe Anual de Productividad, presenta las cifras estimadas de la Productividad Total de Factores (PTF) para Chile. El presente documento es un manual que describe los métodos y fuentes de información con los cuales la CNEP estima la PTF. Se publica con el objetivo de fomentar la transparencia de las cifras de productividad elaboradas por la CNEP.

1. Productividad Total de Factores.

La productividad es la relación entre la cantidad de bienes producidos y los recursos utilizados con este fin, es decir, constituye una medida de cuánto puede generarse con un determinado nivel de insumos (OCDE, 2001). Así, la productividad es un medio que permite aumentar la capacidad de generar valor agregado, incluso manteniendo constante el nivel de insumos.

Existen diversas formas de medir la productividad de un país, una de ellas es la Productividad Total de Factores. La Productividad Total de Factores se caracteriza por ser un indicador multifactorial, es decir, que considera la interacción de más de un factor productivo.

La medición de la productividad se realiza con base en los modelos de contabilidad de crecimiento económico (OCDE, 2001; Solow, 1957). Este modelo analiza en qué medida las fluctuaciones de la actividad económica se atribuyen a la acumulación y combinación de factores de producción tales como el capital y el trabajo. Así, la Productividad Total de Factores estaría dado por el residuo de dicho ejercicio, es decir, la fracción de la producción que no se puede explicar mediante la acumulación de capital o trabajo y sus respectivos ajustes.

En concreto, la PTF bajo el modelo de la CNEP, sigue la siguiente fórmula:

$$PTF_t = \frac{Y_t}{(K_t \cdot AJK_t)^\alpha \cdot (L_t \cdot H_t \cdot AJL_t)^{1-\alpha}}$$

donde Y_t representa el Producto Interno Bruto del año t , K_t representa el Stock de Capital Neto del año t , AJK_t representa la Corrección por Intensidad de Uso del Stock de Capital del año t , L_t denota la cantidad de trabajadores ocupados del año t , H_t corresponde a las horas

anuales promedio por trabajador del año t , AJL_t representa la Corrección por Calidad del Capital Humano del año t , y finalmente α indica la intensidad de uso de capital.

Los valores de α utilizados por la CNEP son:

Sector	Valor de α utilizado por la CNEP
Economía agregada	0.4849
Economía sin minería	0.445
Agricultura, caza y pesca	0.4
Minería	0.77
Industria	0.59
Electricidad, gas y agua	0.77
Construcción	0.63
Comercio, restaurantes y hoteles	0.27
Transporte y comunicaciones	0.41
Servicios	0.35

Fuente: Elaboración propia. Nota: Los valores de α se basan en Restrepo y Soto (2006), quienes establecen que la razón entre la participación del capital y su productividad marginal debe ser proporcional a la razón de capital a producto.

Los resultados de la estimación de la PTF se divulgan de acuerdo con un calendario preestablecido. Las cifras proyectadas de la PTF se publican durante la segunda semana de enero de cada año posterior al de referencia, donde se presenta la estimación de la PTF correspondiente al año anterior tanto para economía en su conjunto y la economía agregada sin minería. Adicionalmente, se proporcionan estimaciones de la PTF para cada sector económico con un año de rezago.¹

Las cifras publicadas están abiertas a actualizaciones según la disponibilidad de nueva información. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se anuncian las cuentas nacionales anuales en marzo del año siguiente al de referencia.

Supuestos Modelo de Contabilidad de Crecimiento Económico

La estructura que plantea el modelo de contabilidad de crecimiento económica permite estimar de forma sencilla las fuentes del crecimiento económico (OCDE, 2001). No obstante, para ello se basa en una serie de supuestos simplificadores.

En primer lugar, asume que el proceso de producción puede ser representado por una función (o combinación de funciones) para todos los niveles de producción de la

¹ La información sobre el stock de capital neto por sectores se reporta con un año de rezago, respecto a la información agregada. Por ejemplo, el año 2024 se cuenta con información del stock de capital neto para la economía agregada hasta el año 2023, y con información del stock de capital neto para los distintos sectores económicos hasta el año 2022. Con esta información, más los datos y estimaciones para la de inversión y depreciación, es posible estimar el stock de capital neto para la economía agregada de 2024, y para los sectores económicos de 2023. Por esta razón, el informe que presenta las cifras de productividad agregada para el año t , incluye estimaciones para la productividad sectorial del año $t - 1$.

economía, donde dicha función de producción relaciona el máximo output producible dado un set de factores de producción.

Segundo, asume que los productores (y los agentes de la economía en general) se comportan de forma eficiente. En otras palabras, que las firmas toman sus decisiones con dos objetivos equivalentes en mente: minimizar costos o maximizar beneficios.

En tercer lugar, los mercados son competitivos y, por ende, quienes participan del mercado son tomadores de precios, es decir, solo pueden ajustar su producción, pero no pueden, individualmente, mover los precios de mercado.

Si bien todas estas condiciones no son necesariamente ciertas en su totalidad en la práctica, entregan una aproximación razonable para gran parte de los mercados (OCDE, 2001). De esta forma, si las condiciones se cumplen aproximadamente, permiten construir medidas de productividad en la base de cifras agregadas de los factores productivos.

2. Producto Interno Bruto

El Producto Interno Bruto (PIB) es la medida de producción generada en la economía durante un período contable y se basa en el concepto de valor agregado (BCCh, 2022). En otras palabras, el PIB es una medida monetaria del valor agregado generado dentro de un país en un tiempo determinado.

El valor del PIB puede variar tanto por cambios en el nivel de precios de los bienes o servicios como por cambios en las cantidades producidas. Sin embargo, para la estimación de la PTF interesa la capacidad de producir dado los factores productivos, más que los cambios en los precios relativos. Por ello se utiliza el Producto Interno Bruto real, ya que representa una medida de la producción del país manteniendo la matriz de precios. En concreto, para el cálculo de la PTF se utiliza el PIB encadenado a costo de factores.²³

Esta información es obtenida de las series anuales del PIB real publicadas por el Banco Central de Chile en las cuentas nacionales, privilegiando siempre la última Compilación de Referencia (CdeR) disponible, dado que incorpora las innovaciones metodológicas más recientes en el cálculo de las cuentas nacionales.⁴ A la fecha de la elaboración de este manual, la última CdeR corresponde al año 2018.

² Esta metodología es ampliamente aplicada a nivel internacional, dado que utiliza los precios del año anterior para valorar las cantidades del año en curso, con ello se actualizan continuamente las estructuras de precios relativos. Esto es relevante pues las estructuras de precios relativos de un año fijo van perdiendo gradualmente representatividad a través del tiempo generando distorsiones en las mediciones en términos reales (BCCh, [2021](#)).

³ El PIB a costo de factores corresponde al PIB total menos los derechos a importación e impuesto al valor agregado. Se utiliza esta medida, ya que corresponde a la suma de los valores agregados sectoriales.

⁴ Una compilación de referencia (CdeR) tiene como propósito revisar la estimación de las cuentas nacionales e incorporar nuevas recomendaciones internacionales sobre los métodos, fuentes de información y clasificadores de actividad y producto.

En la Tabla 1 se muestra cada una de las medidas de PIB, incluyendo las series involucradas, utilizadas para las medidas de PTF de la CNEP (agregado y sectorial).

Tabla 1: Medidas de PIB utilizadas para la PTF de CNEP

Sector	PIB Utilizado
Agregado	PIB a costo de factores
Agregado s/Minería	Sumatoria de PIB sectoriales, excepto minería (*)
Agricultura, Caza y Pesca	Sumatoria de PIB Agropecuario-Silvícola y Pesca (*)
Minería	PIB Minería
Industria	PIB Industria
Electricidad, Gas y Agua (EGA)	PIB EGA
Construcción	PIB Construcción
Comercio, Hoteles y Restaurantes	PIB Comercio, Hoteles y Restaurantes
Transporte y Comunicaciones	Sumatoria de PIB Transporte y Comunicaciones (*)
Servicios	Sumatoria de PIB Servicios Financieros y Empresariales, Servicios de Vivienda, Servicios Personales y Adm. Pública (*)

Fuente: Comisión Nacional de Productividad, Informe Anual de Productividad 2016. Notas: Las series se descargan de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > PIB, gasto e ingreso > Referencia 2018 > PIB por clase de actividad económica > Volumen a precios del año anterior encadenado > Series originales. Se encuentran disponibles en este [link](#).

(*) Cabe considerar que las series utilizadas de PIB, al ser medidas en volumen encadenado a precios del año anterior (E), no son sumables (es decir, el PIB encadenado a costo de factores no coincide con la suma de todos los PIB encadenados sectoriales). Esto implica que, para agregar series de sectores, de acuerdo con el Banco Central de Chile,⁵ se debe seguir las siguientes instrucciones:

- Paso 1:** Calcular las series de PIB en Base Móvil (BM), mediante la fórmula $X_{s,t}^{BM} = X_{s,t-1}^{PC} \cdot X_{s,t}^E / X_{s,t-1}^E$.
 Donde $X_{s,t}^{BM}$ es la serie en base móvil para el sector s en el periodo t, $X_{s,t-1}^{PC}$ es la serie a precios corrientes para el sector s en el periodo t-1,⁶ $X_{s,t}^E$ es la serie a volumen encadenado para el sector s en el periodo t, y $X_{s,t-1}^E$ es la serie a volumen encadenado para el sector s en el periodo t-1.

⁵ Para más detalle consultar el [anexo metodológico de las cuentas nacionales](#) de Chile publicadas por el Banco Central de Chile.

⁶ Estas series se descargan de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > PIB, gasto e ingreso > Referencia 2018 > PIB por clase de actividad económica > A precios corrientes > Series originales. Se encuentran disponibles en este [link](#).

- **Paso 2:** Calcular la serie de PIB resultante a precios corrientes (PC), igual a la suma de las series de PIB a precios corrientes de los sectores correspondientes.

$$X_t^{PC} = \sum_s X_{s,t}^{PC}$$

- **Paso 3:** Calcular la serie de PIB resultante en base móvil (BM), igual a la suma de las series de PIB en base móvil de los sectores correspondientes (calculadas en el paso 1).

$$X_t^{BM} = \sum_s X_{s,t}^{BM}$$

- **Paso 4:** Calcular la serie a volumen encadenado, asumiendo que en el año de referencia (2018) la serie es igual al valor en precios corrientes, mientras que, para los años siguientes, la serie utilizada es la dada por la fórmula $X_t^E = X_{t-1}^E \cdot X_t^{BM} / X_{t-1}^{PC}$.

Dado que la serie de PIB real a precios encadenados se encuentra disponible desde 1996 en adelante y que la serie de PTF comienza en 1990, existen 5 años para los cuales se debe imputar un nivel de producción. Así, para antes de 1996, se asume que las tasas de crecimiento de las series a volumen encadenado (precios corrientes) coinciden con las pertenecientes a las series a precios constantes (precios corrientes), base 1986.⁷ Además, para estos años, la serie en Base Móvil se calcula utilizando la fórmula descrita en el paso 2 anterior, con las series de precios corrientes y volumen encadenado proyectadas según lo descrito en este párrafo. Similarmente, la serie correspondiente a la suma en volumen encadenado se calcula según lo descrito en el paso 4 anterior.

3. Capital

3.1 Stock de Capital Neto

Los bienes de capital son comprados o arrendados por una empresa con el fin de producir. Sin embargo, la medición del nivel con el cual el capital es utilizado con el fin de producir es un proceso complejo dado que, a diferencia del trabajo, en general no se observa una transacción de mercado por la prestación de servicios⁸ que entregan los bienes de capital (OCDE, 2001).

⁷ Estas series se descargan de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > Información histórica > Base 1986 > PIB por clase de actividad económica > A precios constantes / corrientes > Anual. La serie a precios constantes se encuentra disponible en este [link](#), mientras que la serie a precios corrientes se encuentra en este [link](#).

⁸ Por ejemplo, los servicios que entrega la estructura física de una bodega son la protección ante factores ambientales como lluvia y viento, asimismo, entrega comodidad y seguridad para el resguardo de productos. Cuando el dueño de la bodega es la misma empresa, no se observa una transacción de mercado por realizar estos servicios.

Para abordar a este desafío se considera el stock de capital que poseen las empresas en un período determinado. Este enfoque descansa en un supuesto esencial: la contribución de los servicios del capital se considera constante, lo cual significa que, si se duplica el stock de capital, los servicios proporcionados por este capital también se duplicarían (OCDE, 2001).⁹

Para la construcción de la serie de PTF se utiliza el Stock de Capital Neto, pues considera la depreciación del capital, que reduce la efectividad con la que los bienes de capital entregan sus servicios. Al igual que en el caso del PIB, es relevante analizar los cambios en términos reales, por lo que se utilizan datos de Stock de Capital Neto a precios constantes,¹⁰ referencia 2018, disponibles en las Cuentas Nacionales sectoriales. En la Tabla 2 se muestran las series exactas utilizadas para la construcción de esta variable, tanto a nivel agregado como sectorial.

Tabla 2: Medidas de Stock de Capital utilizadas para la PTF de CNP

Sector	Stock de Capital Utilizado
Agregado	Stock Neto Agregado o suma Stock Neto sectorial
Agregado s/Minería	Suma Stock Neto Sectorial excepto minería.
Agricultura, Caza y Pesca	Stock Neto Agricultura, Caza y Pesca
Minería	Stock Neto Minería
Industria	Stock Neto Industria
Electricidad, Gas y Agua (EGA)	Stock Neto EGA
Construcción	Stock Neto Construcción
Comercio, Hoteles y Restaurantes	Stock Neto Comercio, Hoteles y Restaurantes
Transporte y Comunicaciones	Stock Neto Transporte y Comunicaciones
Servicios	Suma Stock Neto Servicios, Financieros y Empresariales, Servicios de Vivienda, Servicios Personales

Fuente: Comisión Nacional de Productividad, Informe Anual de Productividad 2016. Notas: (1) Las series se obtienen de la página de Base de Datos Estadísticos del Banco Central de Chile, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > Stock de Capital > Stock de capital neto > A precios constantes > Por clase de actividad económica. Se encuentran disponibles en este [link](#). (2) El stock de capital neto de la economía agregada para el periodo 1990-1996 se obtiene de Cuentas Nacionales > Stock de Capital > Stock de capital neto > A precios constantes > Por tipo de activo. Se encuentra en el siguiente [link](#).

⁹ Notar que esto no necesariamente es cierto. Tomando nuevamente el ejemplo de la bodega, puede que la segunda bodega no se utilice por completo, entonces el servicio que entrega la infraestructura no necesariamente es el doble, sino que una fracción de esto, dada la subutilización del capital.

¹⁰ Es importante notar que, si bien el Stock de Capital Neto y el PIB están en términos reales, la matriz de precios con la que se construyen las series no es idéntica. Por un lado, el PIB es medido a precios encadenados, mientras que el Stock de Capital Neto es a precios constantes. Si bien es deseable que ambas series se construyan con la misma matriz de precios, ello no es posible con los datos disponibles en cuentas nacionales del Banco Central de Chile al momento de publicación de este manual.

A nivel agregado, esta serie está disponible desde 1985 hasta 2024, mientras que a nivel sectorial está disponible desde 1996 hasta 2023. Así, para completar el periodo 1990-1995, se asume que las proporciones de capital de cada sector son iguales al promedio registrado en el periodo 1996-2014.

En particular, para obtener el stock de capital de un sector s para el año t entre 1990 y 1995, se ocupa la siguiente fórmula: $K_t^s = K_t^{Agregado} \cdot \left(\left(\sum_{t=1996}^{t=2014} \frac{K_t^s}{K_t^{Agregado}} \right) / 18 \right)$,

Donde K_t^s es el stock de capital neto del sector s en el año t y $K_t^{Agregado}$ es el stock de capital neto de la economía agregada en el año t .

3.2 Intensidad de Uso de Capital

Uno de los supuestos fundamentales para utilizar el stock de capital como medida de los servicios de capital es que los servicios entregados por el capital son proporcionales al stock de capital, es decir, cada unidad de stock entrega un servicio constante. Sin embargo, esto no necesariamente es cierto en la práctica dado que depende del grado de utilización del stock de capital (OCDE, 2001).

Existen múltiples motivos por los cuales la tasa de utilización del capital puede cambiar en el tiempo; por ejemplo, debido a cambios en las condiciones de demanda asociados al ciclo económico, variaciones estacionales o interrupciones en la cadena de suministro de bienes intermedios (CNEP, 2016; OCDE, 2001).

El nivel de utilización de capital es una de las causas de que las cifras de productividad multifactorial (como la PTF) tiendan a deteriorarse en las crisis, toda vez que la menor demanda induce a las empresas a producir por debajo de su máxima capacidad (lo contrario ocurre en periodos de alta demanda). En otras palabras, la intensidad de uso del capital explica en parte el comportamiento procíclico de la PTF (CNEP, 2016; OCDE, 2001).

Con el objetivo de cuantificar el uso del stock de capital y compensar los efectos procíclicos del PIB sobre la medición de PTF, la CNEP implementa dos correcciones para ajustar la intensidad de uso del capital: 1) el ajuste de Asalariados sobre Fuerza de Trabajo o ajuste CNEP, y 2) el ajuste de Desempleo sobre Desempleo Natural o ajuste DIPRES.

En primer lugar, el ajuste CNEP, se basa en la presencia de asalariados en la fuerza laboral y sus desviaciones con respecto a su tendencia de largo plazo. Este ajuste está dado por la siguiente fórmula:

$$AJK_t^{CNEP} = \frac{A_t / FT_t}{\left(\frac{A_t}{FT_t} \right)^{Tendencia}}$$

Donde, A_t y FT_t representan el número de asalariados y la fuerza de trabajo según datos de las encuestas de empleo del INE. Mientras que, $\left(\frac{A_t}{FT_t}\right)^{\widehat{Tendencia}}$ es el valor tendencial del cociente entre el número de asalariados y fuerza de trabajo.

El ratio tendencial se estima mediante regresión lineal por el método LAD del logaritmo natural del ratio versus constante, tendencia, tendencia al cuadrado y tendencia al cubo.

En particular, se estima una regresión de cuantil en la mediana (cuantil 0.5) de:

$$\ln\left(\frac{A_t}{FT_t}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + \beta_2 \cdot T^2 + \beta_3 \cdot T^3 + \mu_t \quad (1)$$

donde $\ln\left(\frac{A_t}{FT_t}\right)$ es el logaritmo natural del ratio entre asalariados y la fuerza de trabajo para el año t , y T captura la tendencia, y se construye como la diferencia de cada año t respecto a 1990.

Luego, se predice la tendencia con los coeficientes estimados por la regresión, tal que

$$\ln\left(\frac{A_t}{FT_t}\right)^{\widehat{Tendencia}} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 \cdot T + \widehat{\beta}_2 \cdot T^2 + \widehat{\beta}_3 \cdot T^3$$

donde $\widehat{\beta}_0$, $\widehat{\beta}_1$ y $\widehat{\beta}_2$ y $\widehat{\beta}_3$ corresponde a los valores de los coeficientes estimados en la regresión.

Por último,

$$\left(\frac{A_t}{FT_t}\right)^{\widehat{Tendencia}} = \exp\left(\ln\left(\frac{A_t}{FT_t}\right)^{\widehat{Tendencia}}\right)$$

El ajuste DIPRES, por otro lado, calcula el ratio del porcentaje de ocupados (1 menos la tasa de desempleo, u_t) y el porcentaje de ocupados en el largo plazo (1 menos la tasa de desempleo natural)¹¹, utilizando la serie de desempleados de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo del INE. Todo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AJK_t^{DIPRES} = \frac{1-u_t}{1-u_t^{Natural}}$$

¹¹ Los valores de desempleo natural utilizados son: 1990: 13,1%; 1991 a 2010: 8,2%; 2011 en adelante: 7,2%. De acuerdo con la medición de PIB tendencial de DIPRES.

Para los años previos a 2010, se utiliza información histórica de la antigua Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del INE. Para los años posteriores, se utiliza información de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) del INE.¹²

Cabe señalar que, para la conversión de datos de empleo de frecuencia mensual a cifras anuales se calcula el promedio simple anual de las series involucradas. Además, en ausencia de un método oficial para enlazar las series de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del INE con las anteriores, se asume que el dato de enero de 2010 es equivalente al de febrero de 2010. Luego, para proyectar los meses hacia atrás, se multiplican los valores de 2009 hacia atrás por el ratio entre Febrero 2010 NENE y Enero 2010 ENE.¹³

Por otro lado, dado que los ajustes están contruidos a partir de cifras agregadas de empleo es difícil construir versiones sectoriales de estos ajustes. Así, este ajuste se asume exclusivamente para la economía agregada sin minería (SM). Para el sector minero (M) se asume que el ajuste es igual a 1, ya que es razonable suponer que la minería no tiene problemas de demanda, si no que tiende a producir a plena capacidad. Con base en esto, para la economía agregada se calcula el ajuste de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 K_t \cdot AJK_t &= K_t^M \cdot 1 + K_t^{SM} \cdot AJK_t^{SM} \\
 \Rightarrow AJK_t &= \frac{K_t^M + K_t^{SM} \cdot AJK_t^{SM}}{K_t} \\
 \Rightarrow AJK_t &= \frac{K_t - K_t^{SM} + K_t^{SM} \cdot AJK_t^{SM}}{K_t} \\
 \Rightarrow AJK_t &= (AJK_t^{SM} - 1) \cdot \left(\frac{K_t^{SM}}{K_t} \right) + 1
 \end{aligned}$$

Por último, para el resto de los sectores (distintos a minería) se asume que el ajuste es equivalente al ajuste para la economía agregada no minera.

4. Trabajo

4.1 Número de Trabajadores

Aún con los múltiples progresos tecnológicos el trabajo se mantiene como el insumo más importante en gran parte de los procesos de producción (OCDE, 2001). Para medir los

¹² Los datos de la NENE se obtienen de la página del INE, siguiendo la siguiente ruta: Estadísticas > Mercado Laboral > Ocupación y desocupación > Bases de datos. Por otra parte, los datos de la ENE se obtienen siguiendo la siguiente ruta: Estadísticas > Mercado laboral > Ocupación y desocupación > Cuadros Estadísticos > Series trimestrales (1986-2010). Ambas están disponibles en el siguiente [link](#).

¹³ Es necesario realizar este empalme, debido a que la NENE incorpora las nuevas recomendaciones de la OIT, que modifican la definición de ocupados.

servicios entregados por los trabajadores en una economía para un período dado, se debe conocer el número de trabajadores, así como también las horas que estos destinan para sus labores.

Para medir el número de trabajadores ocupados se utilizan datos de encuestas de empleo: la Encuesta Nacional de Empleo, disponible hasta enero de 2010 y la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) del INE, disponibles desde febrero de 2010. Para crear una serie continua a partir de estas dos fuentes, se asume que el dato de enero de 2010 es igual al de febrero de 2010. Luego, para empalmar ambas series se multiplican las cifras de la ENE por el dato de febrero de 2010 de la NENE y dividido por el de enero de 2010 de la ENE (igual que lo descrito anteriormente). Luego, para la conversión de datos de empleo de frecuencia mensual a cifras anuales se calcula el promedio simple anual de las series involucradas.

A nivel sectorial, se utilizan los datos de ocupación sectorial (de acuerdo a la clasificación CIIU4) de la NENE. Notar que la clasificación CIIU4 está disponible a partir del trimestre móvil enero-marzo 2013. Para el periodo previo a dicha fecha (desde enero-marzo 2010) se utilizaba la clasificación CIIU3 (esta clasificación sigue estando disponible). Para corregir por esta diferencia, se deben empalmar las series. En particular, es necesario realizar dos empalmes:

Empalme clasificación CIIU3-clasificación CIIU4, enero-marzo 2010 en adelante: Para cada periodo t , posterior al trimestre móvil enero-marzo 2010 y previo a enero-marzo de 2013, se multiplican el número de ocupados en t de acuerdo a la clasificación CIIU3 por el ratio entre el valor de enero-marzo 2013 según CIIU4, sobre el valor de enero-marzo 2013 según CIIU3. Para cada periodo posterior a enero-marzo de 2013, se utiliza el valor de la NENE según clasificación CIIU4.

Empalme ENE-NENE, previo a enero-marzo 2010: Al igual que para las series de asalariados y fuerza de trabajo, para cada periodo previo a enero-marzo 2010, se multiplican las cifras de la ENE de dicho periodo por el ratio entre el valor de la serie empalmada según clasificaciones (descrita en el párrafo anterior) para el periodo enero-marzo 2010 sobre el valor de la ENE de diciembre-febrero 2010.

Para cada uno de los sectores, las series sectoriales utilizadas son las indicadas en la Tabla 3. Este ejercicio exceptúa a la minería, cuyos datos de empleo se obtienen desde Sernageomin (trabajadores en faenas mineras).¹⁴

Tabla 3: Medidas de Empleo Utilizadas para PTF CNP Sectorial

Sector	Serie ENE	Serie NENE CIIU3	Serie NENE CIIU 4
Agricultura, Caza y Pesca	Agricultura, Caza y Pesca	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, y Pesca	Agricultura, ganadería, silvicultura y Pesca

¹⁴ El número de ocupados del sector minería para el periodo 1990-1995 fue estimado por la CNEP en el marco del primer informe anual en el 2016. Para mayor información, consultar las Bases de Datos publicadas en la página web de la comisión, a las que se puede acceder a través del siguiente [link](#) para el 2024.

Industria	Industria	Industrias manufactureras	Industrias manufactureras
Electricidad, Gas y Agua (EGA)	Electricidad, Gas y Agua	Suministro de electricidad, gas y agua	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado. Suministro de agua.
Construcción	Construcción	Construcción	Construcción
Comercio, Hoteles y Restaurantes	Comercio	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos y Hoteles y Restaurantes.	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, Acts. de alojamiento y de servicio de comidas.
Transporte y Comunicaciones	Transporte y Comunicaciones	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Transporte y almacenamiento e Información y Comunicaciones
Servicios	Servicios Financieros y Servicios Comunales y Sociales.	Intermediación Financiera, Acts. Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler, Adm. Pública, Enseñanza, Serv. Sociales y Salud, Otras Acts. De Servicios, Hogares privados con servicio doméstico, Orgs. Extraterritoriales	Acts. Financieras y Seguros. Acts. Profesionales. Servicios Administrativos, Adm. Pública y Defensa, Enseñanza, Acts. de atención de salud y asistencia social, Acts. Artísticas, entretenimiento y recreativas, Otras Acts. de Servicios, Acts. de los hogares como empleadores y Orgs. Extraterritoriales.

Fuente: Elaboración propia. Notas: (1) Los datos de la NENE se obtienen de la página del INE, siguiendo la siguiente ruta: Estadísticas > Mercado Laboral > Ocupación y desocupación > Bases de datos. Por otra parte, los datos de la ENE se obtienen siguiendo la siguiente ruta: Estadísticas > Mercado laboral > Ocupación y desocupación > Cuadros Estadísticos > Series trimestrales (1986-2010). Ambas están disponibles en el siguiente [link](#). (2) Para el sector minería, se utiliza información del Servicio Nacional de Geología y Minería. Para el periodo 1996-2001 se utiliza el Compendio Estadístico de Seguridad Minera 1996-2001 disponible en el siguiente [link](#). Para años posteriores, se utilizaron los anuarios de la minería de Chile, disponibles en el siguiente [link](#).

El número total de ocupados para la economía agregada se obtiene de la suma del número de ocupados para cada sector.¹⁵

5.2 Horas Trabajadas

Para el cálculo de la Productividad Total de Factores se requiere contar con una medida del total de horas que fueron destinadas para la producción, es decir, considerando las desviaciones con respecto a la jornada habitual producto de ausencias y horas extra. En

¹⁵ Debido a que la cifra para el sector de minería no se obtiene de la ENE, el número de ocupados de la economía agregada no coincidirá con el valor de la ENE.

otras palabras, se requiere contar con una métrica de las horas efectivamente trabajadas (OCDE, 2001).

Así, para construir la serie de horas efectivamente trabajadas se calcula el promedio de las Horas Trabajadas Efectivas a la semana reportadas en la NENE.¹⁶ Este ejercicio se replica tanto para la economía agregada como para la economía no minera y para cada uno de los sectores económicos. Luego, para obtener cifras anualizadas, se multiplican por la cantidad de semanas del año.

5.3 Ajuste a la Calidad del Capital Humano.

El cálculo de las cifras de empleo y su aporte a la Productividad Total de Factores (PTF) estaría incompleto si no se ajusta por la calidad del capital humano. Esto se debe a que es probable que la contribución a la producción varíe entre los trabajadores, ya que algunas horas de trabajo pueden tener un valor distinto debido a diferencias en las habilidades, educación, salud y experiencia laboral (OCDE, 2001).

Por ello se calcula un ajuste para el capital humano, basado en los diferenciales salariales acorde al nivel máximo educacional alcanzado,¹⁷ según la siguiente fórmula:

$$AJL_t = \sum_{i=1}^4 \frac{\hat{N}_i}{\hat{N}} \cdot \frac{w_i}{w_1}$$

donde $\frac{\hat{N}_i}{\hat{N}}$ es la proporción de empleados con nivel educacional i dentro de los 4 segmentos que se tienen,¹⁸ $\frac{w_i}{w_1}$ es el salario promedio relativo del nivel educacional i respecto al nivel educacional 1. Se calcula para la economía agregada, la economía sin minería, y para cada sector.

La fuente de estos datos es la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN). Debido a que dicha encuesta no cuenta con observaciones para todos los años, para los años sin información se utiliza como ajuste de capital humano la tendencia de AJL_t .

¹⁶ Las horas efectivamente trabajadas previo a febrero de 2010 no se encuentran publicadas en la página del INE. Para el cálculo de la PTF, la CNEP realizó una petición de dicha información al INE. La información fue entregada con frecuencia anual y, a diferencia de otras series de empleo, no fue necesario realizar un empalme con las cifras de la NENE, debido a que no cambió su definición y no se observan cambios abruptos en las series.

¹⁷ Esto se basa en el principio que, mayores niveles de educación se asocian a un mayor nivel de habilidades.

¹⁸ Nivel 1: Sin educación formal y enseñanza básica incompleta. Nivel 2: enseñanza básica completa y enseñanza media o técnico profesional (TP) incompleta. Nivel 3: enseñanza media o TP completa y Técnico Nivel Superior o Profesional (universitaria pregrado) incompleta. Nivel 4: Técnico Nivel Superior o Profesional (universitaria pregrado) completa y postgrado (completo e incompleto).

Dicha tendencia se calcula con base en una la regresión lineal (por método LAD) del logaritmo natural del ajuste versus una constante, tendencia y tendencia al cuadrado.

En particular, se estima una regresión de cuantil (con $q=50$) de:

$$\ln(AJL_t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + \beta_2 \cdot T^2 + \mu_t \quad (2)$$

donde $\ln(AJL_t)$ es el logaritmo natural del ajuste para el año t , y T captura la tendencia, y se construye como la diferencia de cada año t respecto a 1990.

Luego, se predice la tendencia con los coeficientes estimados por la regresión, tal que

$$\ln(AJL_t)^{\widehat{Tendencia}} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 \cdot T + \widehat{\beta}_2 \cdot T^2$$

donde $\widehat{\beta}_0$, $\widehat{\beta}_1$ y $\widehat{\beta}_2$ corresponden a los valores de los coeficientes estimados en la regresión.

Por último,

$$(AJL_t)^{\widehat{Tendencia}} = \exp(\ln(AJL_t)^{\widehat{Tendencia}})$$

6. Proyección de Datos para estimación de PTF agregada año en curso (año anterior para PTF Sectorial).

Para construir la PTF agregada (total y sin minería) del año en curso, así como la sectorial del año anterior, se requieren proyecciones de datos para estos años. En esta sección se explicitan los supuestos y formas de proyectar datos para estimar la PTF del año en curso.

6.1 PTF Agregada

A la fecha de publicación de las cifras de productividad, se dispone de información de cuentas nacionales de los tres primeros trimestres del PIB encadenado a costo de factores, del valor para los tres primeros trimestres del IMACEC a costo de factores (encadenado), de la última estimación (cuarto trimestre) de crecimiento proyectado de PIB de la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE), y del rango de estimación de crecimiento del PIB del Informe de Política Monetaria (IPOM).¹⁹

Para completar la actividad económica del año en curso, se utiliza alguna de las fuentes recién citadas, privilegiando el uso de las cifras del IPOM.²⁰ En la siguiente tabla se muestra,

¹⁹ Si se tiene disponible la versión de septiembre, se tendrá un intervalo de crecimiento del PIB estimado para el año. Si se tiene disponible la versión de diciembre, se tendrá una estimación puntual del crecimiento del PIB para el año.

²⁰ Salvo que existan motivos fundados para utilizar las otras fuentes de datos.

como ejemplo, las cifras disponibles de las variables mencionadas a Diciembre (para el año 2018), reflejando una variación mínima en las estimaciones de crecimiento del PIB:

ESTIMACIONES PIB AGREGADO (Ejemplo valores 2018)		
1	PIB a Costo de Factores, primeros 3 trimestres (promedio variación respecto al mismo trimestre del año anterior)	4,1%
2	IMACEC a Costo de Factores, primeros 3 trimestres (promedio variación respecto al mismo trimestre del año anterior)	4,1%
3	Encuesta de Expectativas Económicas (EEE)	4,0%
4	IPOM Diciembre 2018 (agregado)	4,0%
Cifra usada (IPOM)		4,0%

Fuente: Elaboración propia. Notas: (1) La serie de PIB a costo de factores se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > PIB, gasto e ingreso > Referencia 2018 > PIB por clase de actividad económica > Volumen a precios del año anterior encadenado > Series originales. Se encuentran disponibles en este [link](#). Se utiliza la variación con respecto al mismo trimestre del año anterior. (2) La serie de IMACEC a costo de factores se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > Referencia 2018 > IMACEC > Series originales. Se encuentran disponibles en el siguiente [link](#). Se utiliza la variación con respecto al mismo trimestre del año anterior. (3) La EEE se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Expectativas económicas > Encuesta de Expectativas Económicas > Producto Interno Bruto (PIB) e Indicador Mensual de Actividad Económica (IMACEC). Se encuentra disponible en el siguiente [link](#). Se utiliza la mediana de la variación de diciembre del año en curso. (4) el IPOM se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Áreas > Política Monetaria > Informe de Política Monetaria. Se encuentra disponible en el siguiente [link](#).

Respecto a las variables de empleo utilizadas en la estimación de la PTF agregada, la proyección de número de ocupados y de las horas efectivas trabajadas se realiza mediante un modelo de alisado exponencial triple del tipo Holt-Winters,²¹ el cual permite capturar simultáneamente la tendencia y los patrones estacionales presentes en las series laborales.²²

En particular, el modelo se estima sobre series trimestrales y descompone cada variable observada y_t en tres componentes: un nivel (l_t), una tendencia (τ_t) y un componente estacional s_t .²³ La dinámica del modelo se describe mediante el siguiente sistema de ecuaciones:

$$l_t = \alpha(y_t - s_{t-4}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \tau_{t-1})$$

²¹ La utilización del modelo de alisado exponencial triple (Holt-Winters) para la proyección de las variables laborales constituye un cambio metodológico respecto de versiones anteriores del Manual de Construcción de Cifras, en las cuales las proyecciones se basaban en la extrapolación de tasas de crecimiento promedio observadas durante el año.

²² El modelo se estima utilizando las series de trimestres móviles no traslapados (enero-febrero-marzo, abril-mayo-junio, julio-agosto-septiembre y octubre-noviembre-diciembre) de la NENE, disponibles desde 2010 y hasta el tercer trimestre del año en curso, que corresponde al último período observado al momento de la publicación del informe.

²³ Dado que los datos tienen frecuencia trimestral, la periodicidad estacional de la serie es 4, lo que implica que el patrón estacional se repite cada cuatro trimestres.

$$\tau_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)\tau_{t-1}$$

$$s_t = \gamma(y_t - l_t) + (1 - \gamma)s_{t-4}$$

Los parámetros α , β y γ son coeficientes de suavizamiento del nivel, la tendencia y la estacionalidad de la serie, respectivamente, los cuales toman valores entre 0 y 1. Estos parámetros determinan la velocidad con que el modelo incorpora nueva información y se estiman de forma endógena mediante optimización numérica, minimizando el error cuadrático medio del pronóstico dentro de la muestra.

A partir de los componentes estimados, la proyección de T períodos hacia adelante se obtiene como:²⁴

$$\hat{y}_{t+T} = l_t + T * \tau_t + s_{(t+T)-4}$$

Dado que, al momento de la publicación del Informe Anual de Productividad, se dispone de información de las cifras laborales hasta el tercer trimestre del año, el ejercicio de proyección consiste en extender la serie un período adicional, es decir, el cuarto trimestre del año. A partir de esta proyección, la tasa de crecimiento anual de cada variable se calcula como el promedio simple de las variaciones interanuales de los tres primeros trimestres observados y del trimestre proyectado.

Por otra parte, el ajuste de capital humano se proyecta usando los coeficientes estimados en la regresión (2).

Para el denominador del ajuste de intensidad de uso de capital de CNEP (tendencia del ratio de asalariados sobre fuerza de trabajo) se utiliza la tendencia estimada de la regresión (1). En el caso del numerador, las series de asalariados y de fuerza de trabajo se proyectan para el cuarto trimestre del año por separado mediante un modelo de alisado exponencial antes expuesto, consistente con el utilizado en las proyecciones de horas y ocupados. A partir de estas proyecciones se construye el ratio de asalariados sobre fuerza de trabajo y se calcula su variación anual como el promedio de las variaciones interanuales de los cuatro trimestres móviles no traslapados del año. Finalmente, el numerador del ajuste en t-1 se multiplica por la proyección de la variación correspondiente al año en curso.

Para el ajuste de intensidad de uso de capital de DIPRES se multiplica el valor de t-1 por la variación interanual promedio del ajuste, calculada a partir de los cuatro trimestres no

²⁴ El modelo Holt-Winters admite especificaciones con componentes aditivos o multiplicativos en la tendencia y la estacionalidad. La proyección utilizada en este documento metodológico corresponde a una especificación con tendencia y estacionalidad aditivas, dado que, al evaluar su desempeño predictivo en un ejercicio de validación retrospectiva para el período 2022-2024, esta especificación exhibe un menor error cuadrático medio en comparación con la versión multiplicativa.

traslapados del año. Para ello, la tasa de desempleo del cuarto trimestre se estima utilizando la proyección de alisado exponencial de la fuerza laboral y del número de ocupados.²⁵

Por último, respecto al stock de capital neto, este se construye a partir de la ecuación del movimiento del capital:

$$K_t = I_{t-1} + (1-\delta) \cdot K_{t-1}$$

Donde la inversión del periodo anterior (I_{t-1}) corresponde a la Formación bruta de Capital Fijo.²⁶ Por otra parte, la tasa de depreciación (δ) se asume que es igual a la del año anterior y se calcula dividiendo el Consumo de Capital Fijo²⁷ del periodo anterior por el stock de capital neto del año anterior al citado (K_{t-2}).

6.2 PTF Agregada sin Minería

Para completar el crecimiento del PIB sin minería, se cuentan con 3 fuentes disponibles para el año en curso: con el crecimiento de los tres primeros trimestres del PIB encadenado a costo de factores sin minería, con los tres primeros trimestres de la serie del IMACEC sin minería²⁸ y el crecimiento del PIB no minero de los meses del cuarto trimestre del año en curso de la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE) para el PIB sin minería. En general, se opta por utilizar la estimación de la EEE, aunque como se puede ver (para el caso de 2018), no hay grandes discrepancias entre estas fuentes:

ESTIMACIONES PIB AGREGADO SIN MINERÍA (Ejemplo valores 2018)		
1	PIB encadenado sin minería, primeros 3 trimestres (variación promedio promedio)	4,0%
2	IMACEC no minero, primeros 3 trimestres (variación promedio)	4,0%
3	Encuesta de Expectativas Económicas (promedio variación del PIB no minero de los meses del cuarto trimestre)	4,0%
Cifra usada (EEE)		4,0%

Fuente: Elaboración propia. Notas: (1) La serie de IMACEC sin minería a costo de factores se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > Referencia 2018 > IMACEC > Series originales. Se encuentran disponibles en el siguiente [link](#). Se utiliza la variación con respecto al mismo

²⁵ Por definición, la tasa de desempleo se calcula como ((fuerza de trabajo – ocupados) / fuerza de trabajo).

²⁶ Esta serie se obtiene de la Página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > PIB, Gasto e ingreso > Referencia 2018 > Gasto del PIB > Volumen a precios del año anterior encadenado > Series originales. Se encuentra disponible en el siguiente [link](#).

²⁷ Esta serie se obtiene de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > Indicadores Sectoriales > Stock de capital > Consumo de capital fijo > A precios constantes > Por tipo de activo. Se encuentra disponible en el siguiente [link](#).

²⁸ Con los que se puede calcular el promedio de las tasas de crecimiento de los trimestres disponibles respecto al mismo periodo del año anterior.

trimestre del año anterior del IMACEC no minero. (2) La EEE se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Expectativas Económicas > Encuesta de Expectativas Económicas (EEE) > Producto Interno Bruto (PIB) e Indicador Mensual de Actividad Económica (IMACEC). Se encuentra disponible en el siguiente [link](#). Se utiliza la mediana de la variación de diciembre del año en curso del IMACEC no minero. (3) La serie de PIB a costo de factores se descarga de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > PIB, gasto e ingreso > Referencia 2018 > PIB por clase de actividad económica > Volumen a precios del año anterior encadenado > Series originales. Se encuentran disponibles en este [link](#). Se utiliza la variación con respecto al mismo trimestre del año anterior.

La serie de empleo se proyecta siguiendo el mismo procedimiento utilizado para la economía agregada. En particular, el número de trabajadores y las horas efectivas trabajadas de la economía sin minería, se proyectan mediante un modelo Holt-Winters aditivo, a partir del cual se obtiene la proyección del cuarto trimestre del año en curso y, con ello, la variación anual, calculada como el promedio de las tasas de crecimiento interanual trimestrales.

Al igual que para la economía agregada, el ajuste de calidad de capital humano se proyecta usando los coeficientes estimados en la regresión (2). Similarmente, el ajuste de intensidad de uso de capital de CNEP y de DIPRES se proyectan según lo descrito en el punto 6.1.

Por último, para el stock de capital neto sin minería, se requiere estimar cifras de stock de capital de la minería y restárselas al stock de capital neto agregado. Para esto, se proyecta, sólo para el sector minero, de la misma forma que para la economía agregada, es decir, con base en la ecuación del movimiento del capital. No obstante, debido al rezago en la publicación de los datos de Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) sectoriales, la Formación Bruta de Capital Fijo minera de t-1 se calcula a partir de la FBCF minera de t-2 multiplicada por la variación promedio de t-1 de la serie de Inversión en Planta y Equipo en minería, disponible en el repositorio de datos del Banco Central de Chile, la cual está disponible hasta el segundo trimestre del año en curso.²⁹ Luego, se utiliza la misma ecuación de movimiento de capital:

$$K_t^M = I_{t-1}^M + (1-\delta) \cdot K_{t-1}^M$$

Donde el supra-índice M denota el sector minería.

Así, el stock de capital neto sin minería corresponde a: $K_t^{SM} = K_t - K_t^M$

6.3 PTF Sectorial

²⁹ Esta serie se obtiene de la página del Banco Central, siguiendo la siguiente ruta: Cuentas Nacionales > Indicadores Sectoriales > Indicadores > Minería > Inversión en planta y equipo. Se encuentra disponible en el siguiente [link](#).

La serie se encuentra en millones de dólares. No obstante, para equiparar con las otras series, se convierte a millones de UF utilizando el dólar observado publicado por el Banco Central en el siguiente [link](#) y el valor de la UF publicada por el Banco Central en el siguiente [link](#).

Para la estimación de PTF sectorial del año anterior (t-1) se disponen de cifras para cada variable, excepto de stock de capital. Por ello, a falta de cifras de stock de capital sectorial para el año anterior (se publican con dos años de rezago por el Banco Central de Chile), se asume que, para los sectores diferentes a minería, la variación anual es igual a la tasa de crecimiento del stock de capital sin minería. Con esto, se toma el stock de capital neto de t-2 y se multiplica por uno más la variación promedio del stock de capital neto no minero respecto al año anterior.