

El acervo de capital en la industria manufacturera de los países de América del Norte. Una estimación a partir del método de inventarios perpetuos con factor de ajuste

The Capital Stock in the Manufacturing Industry of North American Countries: An Estimate Based on the Perpetual Inventory Method with an Adjustment Factor

José César Lenin Navarro Chávez ^a

Odette Virginia Delfín Ortega ^{b*}

Resumen

En esta investigación, se tiene como objetivo estimar el acervo de capital de la industria manufacturera de México, Estados Unidos y Canadá durante el período 1984-2022, instrumentándose el método de inventarios perpetuos (MIP) con el factor de ajuste (MIPA) de Almon (1999). En México, el acervo de capital mostró en estos años un crecimiento limitado, con fluctuaciones ligadas a factores económicos y políticos -sin dejar de lado la pandemia por COVID-19-, que afectaron la inversión en el sector manufacturero. Estados Unidos experimentó un crecimiento más sólido en su acervo de capital, impulsado por la digitalización y la adopción de tecnologías avanzadas, que modernizaron los procesos productivos y fortalecieron la competitividad del sector frente a crisis como la de 2008 y la pandemia de 2020. El acervo de capital en la industria manufacturera en Canadá, su tendencia en general fue a crecer, no obstante, en los años comprendidos entre la crisis financiera del 2008 y la pandemia por COVID-19, este indicador presentó un descenso significativo

Palabras clave: Acervo de capital, método de inventarios perpetuos (MIP), factor de ajuste (MIPA), industria manufacturera, América del Norte.

Clasificación JEL: L60, O14

^a Profesor investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4465-8117>

^b Profesora investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0990-6768>

* Autor de correspondencia

Abstract

In this research, the objective is to estimate the capital stock of the manufacturing industry in Mexico, the United States, and Canada during the period 1984-2022, using the perpetual inventory method (PIM) with Almon's (1999) adjustment factor (PIMA). In Mexico, the capital stock showed limited growth over these years, with fluctuations linked to economic and political factors—not excluding the COVID-19 pandemic—that affected investment in the manufacturing sector. The United States experienced more robust growth in its capital stock, driven by digitalization and the adoption of advanced technologies, which modernized production processes and strengthened the sector's competitiveness in the face of crises such as the 2008 financial crisis and the 2020 pandemic. In Canada's manufacturing industry, the capital stock generally tended to grow; however, between the years of the 2008 financial crisis and the COVID-19 pandemic, this indicator showed a significant decline.

Keywords: Capital stock, perpetual inventory method (PIM), adjustment factor (PIMA), manufacturing industry, North America.

JEL Code: L60, O14

1. Introducción

El estudio del acervo de capital, una pieza fundamental para entender la dinámica económica ha sido un tema de constante investigación, especialmente en el ámbito de las economías desarrolladas. Las contribuciones pioneras de Kendrick (1961), quien fue uno de los primeros en aplicar el método de inventarios perpetuos para calcular el stock de capital fijo en los Estados Unidos, y su enfoque influyó en estudios posteriores sobre la medición del capital.

Goldsmith (1951), Kuznets (1961) y Feinstein (1972; 1988) han dejado un legado indispensable para análisis posteriores que se han enfocado en numerosos países industrializados. Solow (1956) y Swan (1956), en su modelo de crecimiento económico (Solow-Swan) incorporan también el concepto de acervo de capital. Jorgenson (1990) aplicó una metodología para calcular los servicios del capital incluyendo la depreciación y los cambios en los precios del capital. En esa misma dirección, Hulten (1991) realizó un análisis sobre la medición del capital y el uso del método de inventarios perpetuos. En su trabajo abordó cómo las economías pueden medir el stock de capital y los problemas asociados con la depreciación.

Estos estudios han sido clave para comprender la evolución y estructura del acervo de capital en contextos avanzados, proporcionando una base sólida para investigaciones futuras. Calcular el acervo de capital en el sector manufacturero es fundamental debido a la alta dependencia de este sector en maquinaria, equipo y tecnología para la producción de bienes. Además, dado que la manufactura es un sector clave para el crecimiento económico y la creación de empleo, un cálculo preciso del acervo de capital permite identificar necesidades de inversión en activos productivos, facilitando la adopción de nuevas tecnologías y mejorando la eficiencia productiva.

El acervo de capital fijo es fundamental porque estos bienes no se consumen inmediatamente en el proceso productivo, sino que generan valor durante varios años. Para estimar el acervo de capital fijo, se utiliza comúnmente el método de inventarios perpetuos (PIM, por sus siglas en inglés). Este método permite calcular el valor acumulado de los activos de capital en una economía considerando las inversiones y la depreciación de los bienes de capital existentes (OCDE, 2009).

El objetivo de esta investigación es el de estimar el acervo de capital en la industria manufacturera de los países de América del Norte durante el periodo 1984-2022. El obtener este indicador, permitirá, además, disponer de una base sólida para futuras investigaciones en términos de evidencia empírica y construcción metodológica.

Este trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera. Se inicia con una introducción que establece el contexto y la relevancia del tema. A continuación, se presenta la conceptualización del acervo de capital, donde se definen sus componentes y su importancia en la economía. En el tercer apartado, se abordan los métodos para calcular el acervo de capital. En el cuarto apartado, se construye metodológicamente el indicador del acervo de capital ajustado. En el quinto apartado, se presenta el desarrollo del modelo, el cual constituye la base para realizar los cálculos del acervo de capital para la industria manufacturera de los países de América del Norte. En el sexto apartado, se tienen los resultados de este trabajo. Finalmente, se considera el apartado de las conclusiones.

2. Conceptualización del acervo de capital

El acervo de capital de una economía es un acervo acumulado de estructuras residenciales, maquinaria, fábricas y equipos que existen en un momento dado y que contribuyen al poder productivo de una economía y utiliza para generar riqueza (INEGI, 2014). Este concepto está estrechamente relacionado con la teoría económica y la contabilidad, y su importancia radica en su contribución a la producción de bienes y servicios (Mankiw, 2014).

En términos más específicos, el acervo de capital incluye activos tangibles e intangibles, como edificios, maquinaria, tecnología, conocimientos, habilidades laborales y otros recursos que facilitan la producción y el crecimiento económico. La inversión en el acervo de capital es esencial para mejorar la eficiencia y la productividad de una entidad (Mankiw, 2014).

Cualquiera que sea la manera específica de implementar las mediciones de los servicios de capital y los stocks de capital, uno de los ingredientes clave son los datos de la inversión. Los datos de la inversión deben de ser desagregados por tipo de activo y por actividad económica. El nivel de desagregación debe ser tan detallado como los datos lo permitan y distinguir en particular aquellos bienes de capital cuyos precios de compra siguen diferentes tendencias. De manera similar, la desagregación de la industria es importante si se cree que la composición varía grandemente entre las industrias y/o diferentes industrias afrontan diferentes tasas de depreciación, las tasas de retorno requeridas y los precios de compra de los bienes de capital (OCDE, 2009).

El punto básico para realizar estimaciones del acervo de capital físico es la información histórica sobre la inversión -formación bruta de capital fijo (FBCF)- realizada en las diversas actividades económicas. Aunque existen propuestas alternativas para calcular el acervo de capital disponible en la economía por métodos directos de medición -basados en la realización de inventarios físicos de los activos de capital existentes, estados financieros, datos de encuesta o algún tipo de análisis a partir del valor contable o el valor al cual es asegurado cada activo- que pueden resultar útiles para contrastar las estimaciones realizadas con otros métodos, éstas resultan más complejas y costosas en términos de tiempo y dinero. Adicionalmente, la información obtenida usualmente también presenta sesgos introducidos por efectos tributarios y contables (revalorización de activos, ganancias de capital, deducciones, etcétera (Mankiw, 2014).

El método indirecto más generalizado de inventario perpetuo (MIP), deriva de estimaciones del acervo de capital a partir de la acumulación de series de inversión, en muchos casos por tipo de activo. Las principales

desventajas de este método radican en su tratamiento como similares de activos que en la práctica presentan considerable heterogeneidad tecnológica entre diversas actividades económicas, la exclusión de bienes de capital que son intangibles (patentes, marcas, derechos de autor), o no reproducibles (recursos naturales); y la no distinción entre el acervo total y el efectivamente utilizado en la producción, es decir la omisión del grado en que la Utilización de la Capacidad Instalada (UCI) afecta el uso o los servicios del capital físico en la actividad de producción. Aunque también presenta la ventaja de que permite la comparación internacional, al homologar criterios sobre las fuentes de información y su tratamiento metodológico, dado que la clasificación de actividades y productos del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) son comunes a los países miembros de la ONU (OCDE, 2009).

La idea básica del MIP es que el acervo de capital neto disponible al inicio de cada período puede ser expresado en función del acervo disponible en el período anterior, la inversión bruta y la depreciación del período corriente. De acuerdo con este procedimiento, el MIP requiere contar, en primer lugar, con series estadísticas suficientemente largas de información, confiables y homologadas sobre los distintos activos considerados; en segundo lugar, requiere de la estimación de un acervo inicial de capital, y, en tercer lugar, de un tratamiento metodológico realista, particularmente en relación con las consideraciones sobre la vida útil de los activos y las tasas de depreciación relevantes de los activos (OCDE, 2009).

Ahora bien, dado que ningún país cuenta con información cierta sobre el período relevante para iniciar dicho cálculo ni el acervo inicial con que cuenta la economía en ese momento, en la práctica se recurre a la construcción de una cifra sintética en un período suficientemente distante que permita depreciar la totalidad del activo inicial. Diversos estudios en esta línea concluyen, sobre la base de análisis de sensibilidad, que el supuesto sobre el acervo inicial no afecta la tendencia –que termina siendo el concepto más relevante– ya que, en series suficientemente largas, el acervo inicial termina disipándose en el tiempo (OCDE, 2009).

En relación con el ciclo de vida útil –el período que permanecen los activos en el acervo–, así como sobre tasas de retiro y tasas de depreciación para cada categoría de activos, pocos países en el mundo, excepto en el caso de Estados Unidos y algunos países de la Unión Europea, realizan investigaciones sobre el ciclo de vida de los distintos activos de capital en la economía. En la práctica es común encontrar que este criterio varíe entre países y aún entre estudios para el mismo país (OCDE 2009).

El acervo de capital es una medida fundamental para evaluar la capacidad productiva de una economía. La inversión en capital fijo, tal como se refleja en la FBCF, junto con metodologías como el MIP, proporcionan herramientas cruciales para entender cómo las economías acumulan riqueza y mejoran su productividad a largo plazo, aunque enfrentan limitaciones en cuanto a la precisión de la medición de ciertos tipos de activos (Mankiw, 2014).

2.1 El cálculo de la depreciación

La depreciación se refiere a la disminución del valor de un activo o conjunto de activos a medida que estos envejecen. Es un concepto de flujo, por lo que comparte características fundamentales con los principios de valoración de otros flujos en las cuentas nacionales. Desde una perspectiva económica, la depreciación se entiende mejor como una deducción del ingreso que refleja la pérdida de valor del capital debido al uso de los bienes de capital en el proceso productivo. Esta pérdida de valor se debe al desgaste o la obsolescencia de los activos empleados en la producción (OCDE, 2009).

La tasa de depreciación refleja la pérdida de valor de un activo a lo largo del tiempo debido a su uso en el proceso productivo, a medida que se vuelve menos eficiente en comparación con los activos más nuevos. Esta pérdida de eficiencia se debe a la obsolescencia tecnológica y al desgaste físico. En contraste, la revaluación de activos es un ajuste de los precios en respuesta a factores externos como la inflación, cambios en las tasas de interés o modificaciones en la legislación fiscal (OCDE, 2009).

La depreciación captura la disminución en la capacidad de los activos para contribuir al proceso productivo, mientras que la revaluación simplemente ajusta el valor monetario de los activos a condiciones económicas cambiantes. Este aspecto es importante porque, en ausencia de inflación, la depreciación busca reflejar únicamente la pérdida de eficiencia productiva, eliminando el efecto de la variación de precios por razones económicas.

La medición de la depreciación está estrechamente relacionada con el perfil de edad-precio de un activo o de un grupo de activos. La tasa de depreciación de un activo con s años de antigüedad se calcula como la diferencia entre el precio de ese activo y el precio de un activo con $s+1$ años de antigüedad, expresada como una proporción del precio del activo con s años de antigüedad. En este cálculo, tanto el precio del activo con s años como el precio del activo con $s+1$ años se miden como los precios promedio durante el período contable (OCDE, 2009).

En la literatura sobre el cálculo del acervo de capital, no existe un consenso sobre la tasa de depreciación que debe aplicarse, y diferentes estudios proponen cifras variadas. Por ejemplo, Shiau *et al.* (2002) sugieren una tasa de depreciación del 12%, mientras que Blázquez y Santiso (2004) proponen un 8%, Bergoeing, Kehoe y Soto (2002) plantean una tasa de 5%, Gutiérrez (2017), así como Gutiérrez y Moreno (2021) formulan una tasa del 9.07%. Estas diferencias reflejan variaciones en el enfoque, el tipo de activos considerados y las condiciones económicas específicas en cada estudio.

En México, diversos estudios han empleado una tasa de depreciación del 10% en sus análisis económicos. Entre los autores que han utilizado esta tasa se encuentran:

- a) Santaella (1998). En su estudio sobre la medición del capital y el análisis de la productividad en México, adoptó una tasa de depreciación del 10% como un estándar para estimar el desgaste de los activos productivos. Esta tasa se ha utilizado para medir la depreciación en estudios que analizan el capital físico y su impacto en el crecimiento económico.
- b) Faal (2005). Aunque su trabajo se centra más en aspectos macroeconómicos generales, también utilizó una tasa de depreciación del 10% en estudios relacionados con la productividad y el crecimiento económico, adoptando una tasa estándar para facilitar comparaciones entre diferentes países y análisis regionales.

Este porcentaje es una aproximación comúnmente aceptada en muchos estudios sobre depreciación del capital físico, ya que se considera un valor intermedio que refleja el desgaste de los activos industriales y la maquinaria. El uso de esta tasa permite realizar comparaciones con estudios internacionales y proporciona un marco útil para analizar el impacto de la depreciación en la acumulación de capital y la productividad. Por lo que en este trabajo, se toma como referencia el 10% de la tasa de depreciación.

3. Métodos para el cálculo del acervo de capital

Los investigadores empíricos en el campo de la ciencia económica enfrentan un desafío significativo relacionado con la escasez prácticamente nula de series temporales de capital, especialmente en países donde la contabilidad nacional es limitada, como señalan Loría y de Jesús (2007). La falta de datos fiables representa una barrera para comprender la dinámica del acervo de capital en estos países.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (2009) identifica tres métodos para estimar series de acervo de capital: a) encuestas, b) balance de activos fijos, y c) inventarios perpetuos. Según Loría y de Jesús (2007), este último método es el más eficiente, ya que es más económico en comparación con las encuestas, además de ser fácil de calcular y acceder.

Algunos investigadores han abordado esta brecha de información realizando estimaciones de series de acervo de capital para diferentes países. Por ejemplo, España cuenta con los trabajos de Mas, Pérez y Uriel (2000), Cubel y Palafox (1997; 2002) y Denia-Cuesta, Gallego y Mauleón (1996), mientras que en Estados Unidos se encuentran contribuciones como las de Varaiya y Wiseman (1981), y Young y Musgrave (1980).

Para América Latina, diversos autores, como Córdova (2005), Coremberg (2004), Hofman (1992; 2000), y Haindl y Fuentes (1986), han realizado estimaciones de series de acervo de capital. En el caso específico de México, se han llevado a cabo trabajos como los de Gutiérrez y Moreno (2021), Gutiérrez (2017), Germán (2008), Loría y de Jesús (2007), Blázquez y Santiso (2004), Mariña (2001) y Santaella (1998), utilizando principalmente el método de inventarios perpetuos. Estos esfuerzos de investigación buscan llenar los vacíos de datos y proporcionar una visión valiosa sobre la evolución del acervo de capital en diversos países.

El método de inventario perpetuo fue creado por el economista estadounidense Raymond Goldsmith en 1951, para un estudio del National Bureau of Economic Research sobre el crecimiento y composición de la riqueza de los Estados Unidos. Los principales resultados de Goldsmith aparecieron en *The National Wealth of the United States in the Postwar Period* en 1962. Goldsmith (1962) define el método de inventario perpetuo de la siguiente manera:

Las estimaciones de activos tangibles reproducibles siguen el "método de inventario perpetuo", por el cual el stock de una categoría dada de activos se deriva como la acumulación de gastos pasados en esa categoría a precios corrientes o constantes depreciados de acuerdo con la vida útil promedio del activo. (p. 3)¹

Dentro de las ventajas del método creado por Goldsmith se encuentran su simplicidad y transparencia, razón por la que no obstante el tiempo transcurrido, continúa en uso. En efecto, su aplicación solamente requiere de la especificación de tres factores: a) la estimación del período de vida de los distintos bienes de capital, b) la función de depreciación, y c) las series de inversión bruta para las distintas categorías de activos (Souza y Feu, 2005).

¹ La cita en inglés es la siguiente: "The estimates for reproducible tangible assets follow the "perpetual inventory method," by which the stock of a given category of assets is derived as the cumulation by past expenditures on that category in current or constant prices depreciated in accordance with the average length of life of the asset" (Goldsmith, 1962, p. 3).

El método del inventario perpetuo estima el acervo de capital como una suma ponderada de los flujos de inversión bruta pasados. Esto implica la estimación de un acervo de capital inicial que consiste en la suma de las inversiones pasadas durante las vidas útiles supuestas de las diferentes categorías de activos (OCDE, 2009).

Los activos considerados incluyen diversos bienes duraderos que forman parte de la formación bruta de capital fijo en las cuentas nacionales. En general, los bienes incluidos son duraderos (que duran más de un año), tangibles (se excluyen activos intangibles como patentes y derechos de autor), fijos (se excluyen inventarios y trabajos en curso) y reproducibles (se excluyen bosques naturales, tierras y depósitos minerales) (OCDE, 2009).

4. Construcción del indicador del acervo de capital ajustado

Para la construcción del indicador del acervo de capital se parte del método de inventarios perpetuos (MIP), recomendado por la OCDE (2009), pero corregidos por el factor de ajuste propuesto por Almon (1999), descrito también en Shiau et al. (2002), Loría y de Jesús (2007), Gutiérrez y Moreno (2021), en el que se toma en cuenta la tasa de depreciación de los activos de capital fijo dada, además de una serie de “inversión” que se acumula para el periodo a analizar. La ecuación a considerar es la siguiente (Loría y de Jesús, 2007):

$$KS_t = (1 - \delta) * KS_{t-1} + I_t \quad (1)$$

Donde:

KS_t = Acervo de capital real.

δ = Depreciación.

I_t = Inversión total real (que se presenta como formación bruta de capital fijo)².

Un problema que surge en la ecuación (1), es que, al realizar los cálculos mediante este método, se observa que para el primer dato (KS_t), se hace necesario tener este mismo dato, pero del período anterior (KS_{t-1}) es decir, esta variable es precisamente nuestra incógnita (particularmente el dato inicial). Esto representa efectivamente un problema, pues, de hecho, es lo que se busca calcular. El problema de no disponer de KS_{t-1} se puede solucionar considerando que el $KS_t = 0$, y que el stock de capital en el siguiente período es igual a la inversión ($KS_{t+1} = I_t$), lo que implica que la estimación del stock de capital a través del MIP se empieza a calcular a partir de la tercera observación (KS_{t+2}). De manera específica, en nuestro trabajo esto implicaría asumir que el $KS_{1984} = 0$, $KS_{1985} =$ Inversión y que $KS_{1986} =$ estimado por el MIP. Esto es, sólo a partir de la tercera observación (1986) se empieza a acumular el capital estimado a la inversión y así sucesivamente (Loría y de Jesús, 2007; Gutiérrez, 2017; Ruiz y Quintero, 2020).

La solución al problema de la ecuación 1 a través del MIP, implicaría la pérdida de un dato, es decir, si el período de estudio es a partir del año 1984 y termina en 2022, la estimación empezaría en el segundo año 1985 hasta 2022. Con el objeto de dejar de lado esta desventaja, algunos autores deciden ampliar una observación hacia atrás el período de estimación. Es decir, si se requiere estimar KS para el período 1984-2022, se ampliaría el

² La inversión real (I_t) considera la suma de la inversión pública y privada totales (que incluye construcción y maquinaria y equipo).

período a 1983-2022. Es así que, 1983 = 0 y 1984 tomaría el valor de la inversión real de esta observación, por lo cual la serie para el período 1984-2022 ya no partiría de cero (Loría y de Jesús, 2007; Gutiérrez, 2017; Ruiz y Quintero, 2020).

Esta forma de estimar el stock de capital presenta el problema de que la primera estimación de interés sería igual a la inversión. Según Shiau *et al.* (2002), el suponer que el stock de capital es cero en la primera observación -y que aumenta muy rápidamente hasta estabilizarse al cabo de aproximadamente 10 observaciones-, representa una desventaja técnica muy importante, ya que el efecto de la tasa de depreciación se aplica con retraso en el stock de capital, lo cual puede afectar de manera severa el trabajo aplicado (Loría y de Jesús, 2007; Ruiz y Quintero, 2020). Es por esta razón que Shiau *et al.* (2002), proponen incorporar un factor de ajuste que resuelve este inconveniente.

El factor de ajuste propuesto por Almon (1999) y que es utilizado en los trabajos de Shiau *et al.* (2002) y Loría y de Jesús (2007) permite resolver el último inconveniente especificado en el párrafo anterior, para ello se hace necesario asumir que se conoce el dato inicial del stock de capital y considerar un factor de ajuste que normaliza la serie estimada, es decir, la serie KS resultante del MIP ((Ruiz y Quintero, 2020).

Shiau *et al.* (2002), consideran que es un riesgo asumir que el valor del acervo de capital (KS) en la primera observación sea cero porque la acumulación de inversión y el efecto de la depreciación se podrá reflejar hasta varias observaciones después. Estos autores retoman la sugerencia de Almon (1999), al incorporar el factor de ajuste (MIPA) que resuelve este problema. Loría y de Jesús (2007) definen el factor de ajuste para la serie como Adj_t :

$$Adj_t = (1 - \delta) * Adj_{t-1} + 1 \quad (2)$$

Para la observación inicial, se asume que $Adj_t = 1$ y ésta crece hasta alcanzar el valor de equilibrio de la tasa de depreciación promedio igual a $(1/\delta)$. A partir de este factor de ajuste y de la estimación de KS por el MIP (véase ecuación 1), se calcula una nueva serie ajustada de KS_t que denominamos K_t (acervo de capital real ajustado) (Loría y de Jesús, 2007):

$$K_t = \frac{(KS_t/Adj_t)}{\delta} \quad (3)$$

De acuerdo con Loría y de Jesús (2007), el valor inicial del acervo de capital es igual a la inversión real (I) (que se presenta como formación bruta de capital fijo) multiplicada por su vida útil $(1/\delta)$. Estos autores indican que, al utilizar este método de inventarios perpetuos, es necesario definir el valor inicial del acervo de capital, partiendo del supuesto de que, al no conocer la inversión anterior, suponen que fue constante en el pasado y por lo tanto el factor de ajuste que viene definido en la ecuación 2, se considera como 1 para la primera observación.

Si bien en principio se pueden generar algunas dudas metodológicas en relación a la asignación del 1 para la primera observación -en el factor de ajuste-, en lo que a la temporalidad se refiere, es en los trabajos de Gutiérrez y Moreno (2021; 2022), donde se observa con una mayor claridad la temporalidad que constituye el punto de partida, al momento de asignarse el 1 en la primera observación³.

³ LGutiérrez y Moreno (2021; 2022) estiman también el acervo de capital en México, utilizando el método de inventarios perpetuos para calcular el acervo de capital a partir de la formación bruta de capital fijo. Ellos de igual manera, aplican el factor de ajuste propuesto por Almon (1999) para corregir ciertos "errores técnicos" en las estimaciones iniciales, como la suposición de que el acervo de capital comenzaría desde cero.

Con la expresión (3) se estima el acervo de capital K_t y se obtienen resultados muy congruentes, ello debido a que: a) no inicia de cero; b) las series siguen las fluctuaciones de la actividad económica, en particular de la inversión total (Loría y de Jesús, 2007).

En cuanto a la selección de la tasa de depreciación para la economía mexicana, si bien no existe consenso sobre la magnitud a considerar, la mayoría de los trabajos utilizan una tasa de depreciación fija. Autores como Acevedo (2009), Faal (2005) y Santaella (1998), consideran una tasa de depreciación del 10%, esto implica que se estima que los activos experimentan una disminución del 10% en su valor cada año.

5. Desarrollo del modelo

En esta investigación, se calcula el acervo de capital ajustado de la industria manufacturera de México, Estados Unidos y Canadá, durante el periodo 1984-2022.

5.1 Formulación del modelo

Se aplica la fórmula del método de inventarios perpetuos para calcular el acervo de capital ajustado (MIPA) (Loría y de Jesús, 2007; Almon, 1999), por lo cual se retoma la ecuación 1.

$$KS_t = (1 - \delta) * KS_{t-1} + I_t \quad (1)$$

Dónde:

KS_t = Es el acervo de capital de la industria manufacturera de cada país en el año t .

δ = Es la tasa de depreciación, la cual será fija en esta investigación tomándose el 10% anual.

I_t = Es la inversión total real, que se considera como la formación bruta de capital fijo (FBKF) de la industria manufacturera de México, Estados Unidos y Canadá para cada año t .

Considerando el factor de ajuste indicado por la ecuación 2, se tiene:

$$Adj_t = (1 - \delta) * Adj_{t-1} + 1 \quad (2)$$

Finalmente, se retoma la ecuación 3 del acervo de capital real ajustado (K_t), la cual se instrumenta en esta investigación.

$$K_t = \frac{(KS_t/Adj_t)}{\delta} \quad (3)$$

5.2 Bases de datos y fuentes de información

Las estadísticas que permitieron construir la base de datos de la formación bruta de capital fijo de la industria manufacturera de las tres economías de América del Norte para el periodo 1984-2022, se obtuvieron de las siguientes fuentes:

- a) Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2024).
- b) Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 2024).

Los valores de la formación bruta de capital fijo se deflataron utilizando el índice nacional de precios al productor con base 2012. En el caso de las series de México y Canadá se convirtieron a dólares estadounidenses, utilizándose el tipo de cambio real efectivo del Banco Mundial. La fuente a considerar en este caso, fue la siguiente:

- a) World Bank (WB, 2024).

6. Resultados

Se presentan en este apartado los resultados obtenidos de los cálculos del acervo de capital ajustado del sector manufacturero de las economías de América del Norte -México, Estados Unidos y Canadá- durante el periodo 1984-2022.

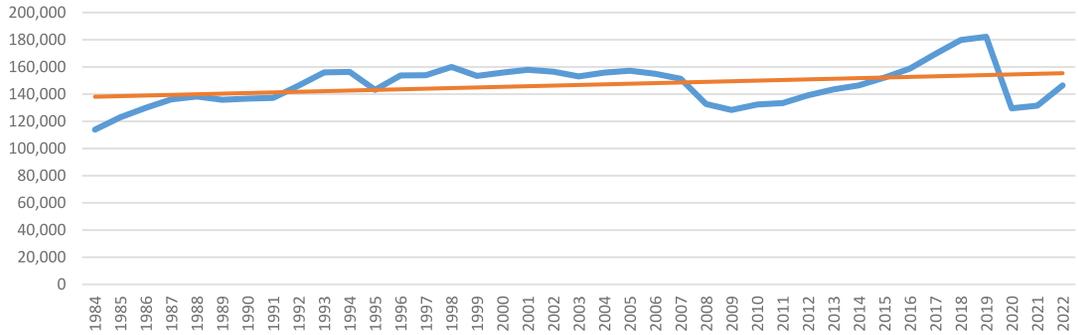
6.1 El acervo de capital en la industria manufacturera de México

El acervo de capital del sector manufacturero en México ha experimentado diversas transformaciones entre 1984 y 2022, reflejo de los cambios económicos y políticos que ha tenido el país en estos años. Durante este periodo, el país ha pasado por crisis económicas, reformas estructurales y procesos de liberalización que han determinado el comportamiento de la inversión y, por consiguiente, la evolución del acervo de capital.

En la década de 1980, tras la crisis de la deuda en el año 1982, la inversión en la industria manufacturera en México presenta crecimientos importantes, de manera particular a partir de 1984, alcanzando su punto más alto en 1988 en esta década, volviendo a descender en el año 1989. Es en los años 90, con la apertura comercial y la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), donde la inversión en el sector manufacturero empezó a recuperarse, con la excepción del año 1995, donde se tiene una caída debido a la crisis económica, para posteriormente volver a crecer. Este crecimiento se basó en la atracción de inversión extranjera directa, especialmente en la manufactura ligera (INEGI, 2023).

Desde el año 2000, el acervo de capital continuó su trayectoria ascendente, aunque afectado por la crisis financiera global de 2008-2009. Para después recuperarse, donde se observó un aumento significativo en la inversión en tecnología y maquinaria moderna (INEGI, 2024) hasta volver a presentar una fuerte caída en el año 2020 con el inicio de la pandemia por COVID-19 (ver gráfica 1).

Gráfico 1 Acervo de capital en la industria manufacturera de México, 1984-2022.
Millones de dólares a precios constantes de 2012.

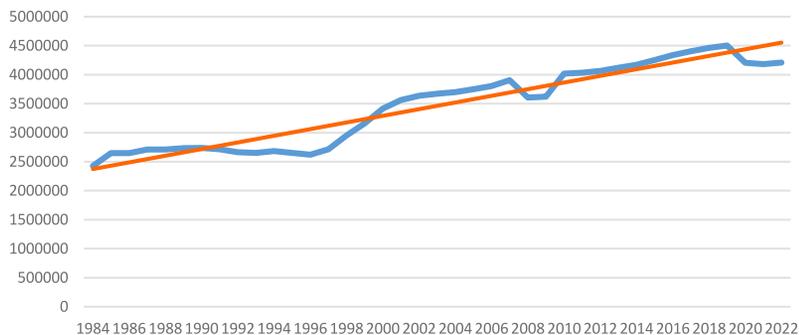


Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados.

6.2 El acervo de capital en la industria manufacturera de los Estados Unidos

El acervo de capital del sector manufacturero en Estados Unidos creció de manera significativa durante el período 1984-2022. Si bien se tiene una tendencia ascendente durante los años de estudio, es de destacarse el aumento importante que tiene en la última parte de los años noventa posteriores a la firma del TLCAN. A partir del año 2000 el valor del acervo de capital en el sector manufacturero estadounidense tuvo un crecimiento constante, impulsado en parte por el aumento de las inversiones en activos de alta tecnología (Bureau of Economic Analysis, 2023; 2024). De igual manera, que en Canadá y México este indicador se ve afectado por la crisis financiera global del 2008-2009 y la crisis de la pandemia por COVID-19 en el 2020, años en los que se tuvieron descensos por demás significativos (véase gráfica 2).

Gráfico 2 Acervo de capital en la industria manufacturera de los Estados Unidos, 1984-2022.
Millones de dólares a precios constantes 2012.



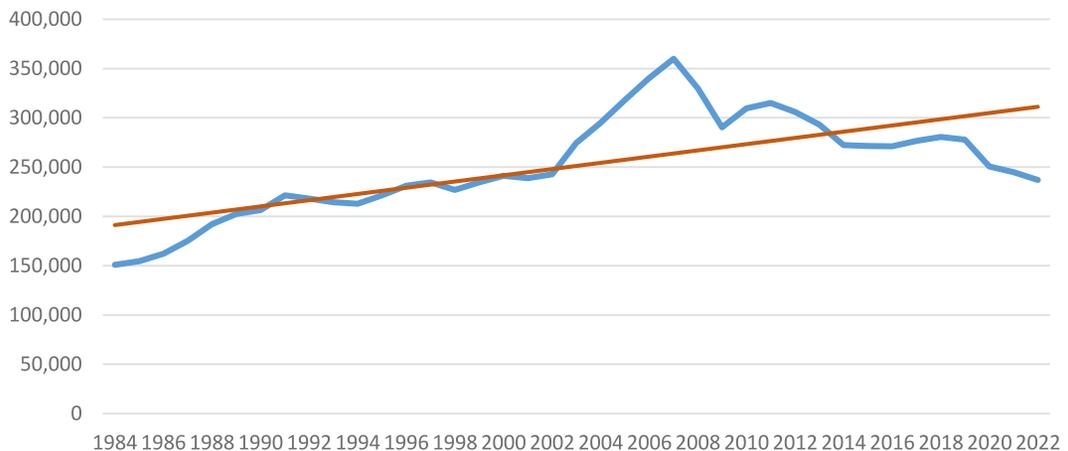
Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados.

6.3 El acervo de capital en la industria manufacturera de Canadá

El acervo de capital en el sector manufacturero de Canadá ha experimentado fluctuaciones importantes entre 1984 y 2022. Durante las décadas de 1980 y 1990, este sector tuvo un crecimiento constante impulsado por inversiones significativas en maquinaria e infraestructura, lo que permitió expandir su capacidad productiva (Baldwin & Harchaoui, 2002). Este crecimiento se acentuó aún más a partir del año 2003, alcanzando su punto máximo en el 2007. En los años siguientes en el sector manufacturero canadiense se observó una caída, debida principalmente a una reducción en los gastos de capital durante la crisis financiera global de 2008-2009 (Statistics Canada, 2010).

El acervo de capital en la industria manufacturera de Canadá presentó más bien una tendencia descendente después de la crisis financiera, la que se agudiza en el año 2020 con el inicio de la pandemia por COVID-19 (Statistics Canada, 2022), donde este indicador volvió a tener una reducción por demás importante (ver gráfica 3).

Gráfico 3 Acervo de capital en la industria manufacturera de Canadá, 1984-2022.
Millones de dólares a precios constantes de 2012.



Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados.

Conclusiones

En esta investigación, se calculó el acervo de capital en la industria manufacturera de México, Estados Unidos y Canadá, para el periodo de 1984-2022. Se instrumentó el método de inventarios perpetuos (MIP) para estimar el acervo de capital con el factor de ajuste (MIPA) de Almon (1999) con la finalidad de corregir errores en las estimaciones iniciales.

El uso del método de inventarios perpetuos (MIP) para calcular el acervo de capital, a partir de la formación bruta de capital fijo, resulta una técnica ampliamente aceptada y recomendada por organismos como la OCDE. La incorporación del factor de ajuste de Almon (1999) corrige errores comunes del MIP, como la asunción de un acervo de capital inicial nulo, mejorando la precisión de las estimaciones a largo plazo. El estimar el acervo de capital real ajustado (Kt), permite obtener resultados muy congruentes, ya que no inicia de cero. Esta metodología ha demostrado ser eficaz para generar series más confiables, teniendo en cuenta la tasa de depreciación de los activos y la acumulación de inversión. Se alcanza de esta manera, una estimación más robusta del acervo de capital.

Las estimaciones a partir del Método de Inventarios Perpetuos ajustado (MIPA), en el sector manufacturero de las economías de América del Norte, dieron lugar a series del acervo de capital que expresan en general, las fluctuaciones del nivel de actividad económica. De igual manera, estas series se encuentran asociadas con el comportamiento de la dinámica de la inversión total del período de estudio.

En México, el acervo de capital experimentó el menor crecimiento de los tres países de América del Norte, con variaciones constantes, reflejo ello, de factores económicos y políticos que han impactado la inversión del sector, afectando su capacidad para adoptar nuevas tecnologías. Destacándose, la crisis económica de 1994-1995, la crisis financiera global de 2008-2009 y la pandemia por COVID-19, en el año 2020.

En los Estados Unidos, el acervo de capital del sector manufacturero ha evolucionado en forma progresiva debido a la adopción de tecnologías avanzadas y la digitalización. Esto ha permitido al sector modernizar sus procesos productivos, integrando sistemas automatizados y tecnologías de la información. Estos avances han sido esenciales para enfrentar la competencia global y adaptarse a las demandas cambiantes del mercado internacional, fortaleciendo la resiliencia del sector frente a choques económicos como la crisis financiera de 2008 y la pandemia de 2020.

Finalmente, en Canadá, el acervo de capital en el período de estudio, si bien en general, su tendencia ha sido a crecer, entre la crisis financiera de 2008 y los años de la pandemia por COVID-19, su tendencia evidencia un descenso pronunciado en este indicador. Referente fundamental en el análisis del crecimiento económico y la planificación de políticas de inversión en los países.

Bibliografía

- Acevedo, E. (2009). PIB potencial y productividad y productividad total de los factores. Recesiones y expansiones en México. *Economía Mexicana nueva época*, Vol. XVIII(2), pp. 175-219.
- Almon, C. (1999). *The Craft of Economic Modeling*, Needham Heights, Ginn Press, cuarta edición.
- Baldwin, J. R., & Harchaoui, T. M. (2002). *Productivity growth in the Canadian manufacturing sector: A closer look*. The Canadian Productivity Review. Statistics Canada.

- Bergoeing, R., Kehoe, P., Kehoe, T., Soto, R. (2002). *Policy-driven productivity in Chile and Mexico in the 1980s and 1990s*. Working Paper 8892. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH Cambridge, MA
- Blázquez, J. and Santiso, J. (2004). Mexico: is it an ex-emerging market? *Journal Latin American Studies*, 36 (2), pp. 297-318.
- Bureau of Economic Analysis (BEA) (2023). *Fixed assets and consumer durable goods in the United States: 1925-2022*. U.S. Department of Commerce. Recuperado de <https://www.bea.gov/data/inflation-prices/capital-flow-tables>
- Bureau of Economic Analysis (BEA) (2024). *Gross Domestic Product*. Recuperado de <https://www.bea.gov/data/gdp/gross-domestic-product>
- Córdova, G. (2005). *Estimación del stock de capital para la economía ecuatoriana en dolarización*. FLACSO-Ecuador, Quito.
- Coremberg, A. (2004). *Estimación del stock de capital fijo de la República Argentina: 1990-2003*. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).
- Cubel, A., & Palafox, J. (1997). El stock de capital en España: estimaciones para los siglos XIX y XX. *Revista de Historia Económica*, 15(2), 235-272.
- Cubel, A., & Palafox, J. (2002). *Capital humano y stock de capital físico en España: una visión a largo plazo*. En A. Carreras & X. Tafunell (Eds.), *Estadísticas históricas de España: siglos XIX y XX* (pp. 243-271). Fundación BBVA.
- Denia-Cuesta, A., Gallego, C., & Mauleón, I. (1996). Estimaciones del stock de capital en España: análisis y propuestas metodológicas. *Investigaciones Económicas*, 20(2), 321-348.
- Faal, E. (2005). *GDP Growth, Potential Output, and Output Gaps in Mexico*, IMF Working Paper, WP/05/93, Fondo Monetario Internacional
- Feinstein, C. H. (1972). *National income, expenditure and output of the United Kingdom, 1855-1965*. Cambridge University Press.
- Feinstein, C. H. (1988). *The European economy between the wars*. Oxford University Press.
- Germán Soto, V. (2008). El stock de capital industrial medido a través de la relación inversión-empleo: estimaciones para los estados mexicanos. *Ensayos Revista de Economía*, 27(1), 53-80.
- Goldsmith, R. (1951). *Perpetual Inventory of National Wealth, Studies in Income and Wealth*. Vol 14, NBER, New York.
- Goldsmith, R. (1962). *The national Wealth of the United States in the Post war Period*. National Bureau of Economic Research.
- Gutiérrez, F. (2017). Estimación del stock de capital público en México a nivel estatal: 1990-2015. *Economía Informa*, 404, 63-80. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.05.012>
- Gutiérrez, F. & Moreno, J. (2021). El impacto de la inversión pública sobre la privada en las entidades federativas de México. *Problemas del desarrollo*, 52(206), pp. 61-83.
- Gutiérrez, F. & Moreno, J. (2022). Estimación del acervo de capital público y privado en México a nivel estatal (2004-2018). *Análisis Económico*, Vol. XXXVII(96), pp. 161-180.
- Haindl, E., & Fuentes, R. (1986). Estimación del stock de capital en Chile: 1960-1984. *Estudios de Economía*, 13(1), 39-72.
- Hofman, A. (1992). Capital Accumulation in Latin America: A Six Country Comparison for 1950-1989. *Review of Income and Wealth*, series 38, núm. 4, <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1992.tb00451.x>

- Hofman, A. (2000). Standardized Capital Stock Estimates in Latin America: A 1950-1994 Update. *Cambridge Journal of Economics*, 24 (1), pp. 45–86 <https://doi.org/10.1093/cje/24.1.45>
- Hulten, Ch. (1991). *The Measurement of Capital* en Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth, Ernst R. Berndt and Jack E. Triplett, editors. University of Chicago Press.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Cuentas Nacionales. Recuperado de http://lakkems.net/docs/2018T2_S06_P1-INEGI-Medicion_FBK_en_SCNM.pdf?1544154082
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Acervos de capital por entidad federativa, año base 2018*. Comunicado de prensa número 820/23, INEGI, 15 de diciembre de 2023. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ACEF/ACEF2022.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Indicador mensual de la formación bruta de capital fijo (IMFBCF). Septiembre de 2024*. Comunicado de prensa número 730/24, INEGI, 3 de diciembre de 2024. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/IMFBCF/IMFBCF2024_12.pdf
- Jorgenson, D. (1990) *Productivity and Economic Growth*. In *Fifty Years of Economic Measurement, Studies in Income and Wealth*, Vol. 54, edited by E Berndt and J Triplett, 19-118. Chicago: University of Chicago Press.
- Kendrick, J. W. (1961) *Productivity Trends in the United States*. Princeton University Press
- Kuznets, S. (1961). Economic growth and structure: Selected essays. Heinemann.
- Loria, E. y de Jesús, L. (2007). Los acervos de capital de México: una estimación, 1980.I-2004. IV. El trimestre económico, LXXIV (2) No. 94, pp. 475-485.
- Mankiw, G. (2014). *Principios de Economía*. Harvard University, USA.
- Mariña, A. (2001). Formación y acervos de capital en México, 1949-1999, *Análisis Económico*, XVI (4) <http://www.analiseconomico.com.mx/pdf/3409.pdf>
- Mas, M., Pérez, F., & Uriel, E. (2000). *Capital humano, series históricas 1964-1997*. Fundación BBVA.
- OCDE (2009). *Medición del capital*. Manual OCDE. París, OCDE.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2024). Base de datos de la Revisión 4 de las Estadísticas Industriales de la ONUDI (INDSTAT). Retrieved from <https://stat.unido.org/data/table?dataset=indstat&revision=4#data-browser>.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2024). Annual capital formation by economic activity. Retrieved from [https://data-explorer.oecd.org/vis?df\[ds\]=DisseminateFinalDMZ&df\[id\]=DSD_NAMAIN10%40DF_TABLE8&df\[ag\]=OECD.SDD.NAD&dq=A.AUS...P51G.N11G...V.&lom=LASTNPERIODS&lo=5&to\[TIME_PERIOD\]=false](https://data-explorer.oecd.org/vis?df[ds]=DisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_NAMAIN10%40DF_TABLE8&df[ag]=OECD.SDD.NAD&dq=A.AUS...P51G.N11G...V.&lom=LASTNPERIODS&lo=5&to[TIME_PERIOD]=false).
- Ruiz, B. & Quintero, W. (2020). Estimación del stock de capital en México: 1998.I-2019.I. *Cuadernos de Investigación Económica Boliviana*, Vol. 3(2), pp. 115-138.
- Santaella, A. (1998). Capital, crecimiento económico y productividad: una visión desde la economía del capital. *Revista de Análisis Económico*, 13(27), 21-50.
- Shiau, A., J. Kilpatrick, y M. Matthews (2002). Seven Percent Growth for Mexico? A Quantitative Assessment of Mexico's investment requirements. *Journal of Policy Modeling*, 24(7-8), pp. 781-798.

- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Souza, M. y Feu, A. (2005). “Capital stock in Latin America: 1950-2000”, *Economy & Energy*, 0 (50), pp. 2-20.
- Statistics Canada. (2010). *The impact of the 2008-2009 recession on the Canadian manufacturing sector*. Statistics Canada. Recuperado de <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-621-m/2010087/part-partie1-eng.htm>
- Statistics Canada (2022). *Trends in manufacturing resulting from the COVID-19 pandemic and supply chain disruptions*. Recuperado de <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-627-m/11-627-m2022050-eng.htm>
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2), 334–361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>
- Varaiya, P., & Wiseman, J. (1981). The measurement of capital in empirical growth studies. *Economic Inquiry*, 19(2), 252-274. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1981.tb00307.x>
- World Bank (WB). (2024). Real effective exchange rate index. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/PX.REX.REER>
- Young, A. A., & Musgrave, J. C. (1980). Estimates of capital stock and input for the United States, 1929-1978. *Review of Income and Wealth*, 26(2), 141-165. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1980.tb00173.x>