

14. Análisis comparativo de modelos de insumo-producto regional potenciales para estimar el impacto del nearshoring en la región fronteriza entre Estados Unidos y México

RAFAEL PÉREZ PEÑA*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.188.14>

Resumen

Se presenta un análisis comparativo de tres de los modelos de insumo-producto que se pueden utilizar para estimar el impacto del nearshoring en la región fronteriza entre Estados Unidos y México. Los objetivos particulares del capítulo consisten en describir dichos modelos, así como presentar algunos estudios que se han llevado a cabo para estimar impactos económicos de la industria maquiladora y del comercio internacional en la región fronteriza entre Estados Unidos y México, así como en la frontera de Estados Unidos y Canadá.

Palabras clave: *Cadenas globales de suministro, integración económica, inversión extranjera directa (IED), nearshoring, análisis insumo producto.*

Clasificación JEL: C67, F15, F21, F23, L60.

Introducción

El objetivo de este capítulo es presentar un análisis comparativo de tres de los modelos de insumo-producto que se pueden utilizar para estimar el

* Doctor en Desarrollo Económico. Profesor asociado de la Escuela de Negocios, Colorado Mountain College, Estados Unidos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1511-5540>

impacto del nearshoring en la región fronteriza entre Estados Unidos y México. Los objetivos particulares del capítulo consisten en describir dichos modelos, así como presentar algunos estudios que se han llevado a cabo para estimar impactos económicos de la industria maquiladora y del comercio internacional en la región fronteriza entre Estados Unidos y México, así como en la frontera de Estados Unidos y Canadá.

Para abordar estos objetivos, el presente capítulo se divide en cinco secciones adicionales a esta sección introductoria. La siguiente sección aborda el marco teórico del análisis insumo-producto e insumo-producto regional, el análisis de multiplicadores y sus limitaciones. La sección 3 describe y compara tres modelos que aplican la técnica de insumo-producto regional para estimar impactos económicos y aborda sus limitaciones. La sección 4 presenta una revisión de literatura de estudios de impacto económico utilizando estos modelos para evaluar el impacto económico de la industria maquiladora y del comercio internacional en la frontera entre Estados Unidos y México, así como de la frontera de Estados Unidos y Canadá. La sección 5 concluye el capítulo.

Análisis insumo-producto regional

Marco teórico del análisis insumo-producto e insumo-producto regional

La técnica insumo-producto fue desarrollada por Leontief para medir las interrelaciones industriales en Estados Unidos, pese a que la idea de la matriz insumo-producto fue presentada por los fisiócratas en la tabla económica de Quesney (1894). La técnica de insumo-producto consiste en un grupo de tablas o matrices de insumo-producto que representa la producción de cada industria en una región en particular y sus transacciones o interrelaciones (OCDE, 2023). Dicho análisis consiste en la matriz de transacciones representada en la figura 14.1, la matriz de requerimientos directos representada en la figura 14.2 y la matriz de requerimientos directos-indirectos representada en la figura 14.3 (Naciones Unidas, 2018).

La matriz de transacciones representa las compras de insumos y las ventas de la producción de cada una de las industrias en la región de análisis (González y Perez, 2019). El ejemplo simplificado de la figura 14.1 cuenta con cuatro industrias y dos agentes económicos (hogares y gobierno). Cada fila de esta matriz representa las ventas por parte del sector enlistado a la izquierda hacia los sectores indicados en las columnas de los sectores productivos. Las columnas de esta matriz representan las compras adquiridas por cada uno de los sectores incluidos en los renglones.

Figura 14.1. *Ejemplo simplificado de la matriz de transacciones*

| | Sector productivo | | | | Demanda final | | Totales |
|---------------------------------------|-------------------|-------------|--------------|---------------------------------------|---------------|----------|---------|
| | Agricultura | Manufactura | Construcción | Comercio, transporte y comunicaciones | Hogares | Gobierno | |
| Agricultura | 20 | 30 | 4 | 10 | 28 | 4 | 96 |
| Manufactura | 10 | 8 | 2 | 6 | 34 | 6 | 66 |
| Construcción | 22 | 2 | 16 | 12 | 8 | 2 | 62 |
| Comercio, transporte y comunicaciones | 8 | 0 | 28 | 6 | 12 | 5 | 59 |
| Hogares | 30 | 21 | 10 | 23 | 2 | 0 | 86 |
| Gobierno | 6 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 15 |
| Totales | 96 | 66 | 62 | 59 | 84 | 17 | 384 |

Fuente: Elaboración propia con base en el ejemplo de Naciones Unidas (2018).

Figura 14.2. *Ejemplo simplificado de la matriz de requerimientos directos*

| | Agricultura | Manufactura | Construcción | Comercio, transporte y comunicaciones |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| Agricultura | 0.20 | 0.45 | 0.06 | 0.16 |
| Manufactura | 0.10 | 0.12 | 0.03 | 0.10 |
| Construcción | 0.22 | 0.03 | 0.25 | 0.20 |
| Comercio, transporte y comunicaciones | 0.08 | 0.00 | 0.45 | 0.10 |
| Hogares | 0.31 | 0.31 | 0.16 | 0.38 |
| Gobierno | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.03 |
| Totales | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia con base en el ejemplo de Naciones Unidas (2018).

La tabla de requerimientos directos representa la cantidad de insumos necesaria de cada uno de los sectores en la región para que un sector en

particular pueda generar una producción equivalente a un valor de un dólar (Naciones Unidas, 2018).

Figura 14.3. *Ejemplo simplificado de una matriz de requerimientos directos e indirectos*

| | Agricultura | Manufactura | Construcción | Comercio, transporte y comunicaciones |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| Agricultura | 1.56 | 0.82 | 0.47 | 0.49 |
| Manufactura | 0.26 | 1.28 | 0.22 | 0.24 |
| Construcción | 0.61 | 0.37 | 1.75 | 0.55 |
| Comercio, transporte y comunicaciones | 0.45 | 0.26 | 0.92 | 1.43 |
| Totales | 2.88 | 2.73 | 3.36 | 2.71 |

Fuente: Elaboración propia con base en el ejemplo de Naciones Unidas (2018).

La matriz de requerimientos directos-indirectos enmarca todas las transacciones necesarias por industria para expandir la producción (González y Pérez, 2019). El total de los renglones de esta matriz contienen los multiplicadores de cada industria. Cada columna de esta matriz contiene los requerimientos directos e indirectos necesarios para que cada industria indicada en el título de las columnas pueda producir una demanda final con valor de un dólar.

En sus aplicaciones, Leontief (1986) explicó que la idea de las matrices insumo-producto es que existe una interdependencia entre las industrias. De manera similar, el análisis insumo-producto permite diferenciar entre demanda final y demanda intermedia. Por último, la matriz insumo-producto asume una función de producción lineal. Una de las aplicaciones de este tipo de modelos es la estimación de multiplicadores del gasto. Estos multiplicadores del gasto pertenecen al multiplicador keynesiano (BEA, 2015).

El análisis insumo-producto representa el marco teórico en el que se basan los modelos o softwares de impacto económico que se utilizan con más frecuencia en Estados Unidos, como Implan, REMI y RIMS II (Lynch, 2000). Por ende, los estudios estimados a partir de dichos modelos se estructuran en tres conceptos básicos. Estos conceptos son: demanda intermedia, interrelaciones industriales y una función de producción lineal. El análisis insumo-producto permite separar la actividad económica en sectores productivos y medir sus interacciones en una región (Hewings, 2020). Dicha región puede ser un condado, un estado o un país.

Aplicación del insumo-producto regional y análisis de multiplicadores

Aplicando el análisis insumo-producto regional se pueden calcular multiplicadores mediante el uso de softwares como Implan, REMI y RIMS II¹ (Rickman y Schwer, 1995). El análisis de insumo-producto permite separar el efecto total de un evento económico en una región entre efectos directos, indirectos e inducidos (Lynch, 2000). Los efectos directos se refieren a la inversión inicial de la industria o sector que recibió la inversión. Los efectos indirectos se refieren al gasto de la industria del efecto directo en la compra de insumos. Por último, los efectos indirectos son ocasionados por el gasto en bienes y servicios de los trabajadores contratados para llevar a cabo el evento o la inversión original (Rickman y Schwer, 1995).

Un multiplicador es un cociente entre el efecto económico total en una región económica y un cambio inicial que ocasionó dicho cambio o el efecto directo. Los multiplicadores son específicos a una industria y a una región. Según el software que se utilice para su cálculo se pueden estimar multiplicadores de producción, de ingresos personales, de valor agregado o de empleos (Lynch, 2000).

Implan

Por sus siglas en inglés, Implan es un acrónimo para referirse a modelaje de impacto para la planeación y es un software para calcular estudios de impacto económico mediante el análisis de insumo-producto. El software permite modelar el impacto de un evento económico iniciado en una región y su impacto en otras áreas o regiones. Por ejemplo, el software permite medir el impacto de una inversión que ocurrió en los condados fronterizos del estado de Arizona y medir su impacto en el resto de los condados del estado de Arizona (Pavlakovich-Kochi y Thompson, 2014). Implan divide la actividad económica de las regiones en 528 sectores económicos o industrias y

¹ RIMS II no es un software como tal sino un conjunto de tablas de las que el usuario puede obtener los multiplicadores por industria.

permite calcular multiplicadores de empleo, de producción, de valor agregado y de ingresos personales. Las estimaciones de impacto económico mediante Implan permiten separar entre los efectos directos, indirectos e inducidos ocasionados por un evento económico.

REMI

REMI es un modelo regional integrado que por sus siglas en inglés significa modelos económicos regionales, incorporación. Dicho software combina un modelo de insumo-producto con un modelo de equilibrio general, un modelo econométrico y conceptos de geografía económica (REMI, 2019). Debido a la incorporación del modelo econométrico en el análisis regional, REMI permite llevar a cabo análisis dinámicos. De la misma manera, REMI estima la oferta laboral y considera cinco bloques que se conectan entre sí. Estos bloques o ecuaciones representan la producción y la demanda; la demanda de capital y de trabajo; la oferta de trabajo y la población; salarios, precios y costos; y participación de mercados.

RIMS II

RIMS II significa sistema de modelaje regional e industrial regional por sus siglas en inglés (BEA, 2015). Es un conjunto de tablas que muestran los multiplicadores insumo producto para una región de análisis. La oficina de análisis económico de Estados Unidos (BEA) calcula estos multiplicadores y comercia en su sitio web dichas tablas por industrias para todo el país o bien por regiones con todas las industrias. Los multiplicadores incluidos en las tablas de RIMS II permiten estimar impactos económicos en términos de producción, valor agregado, ganancias y empleos. El BEA utiliza coeficientes de localización para regionalizar los multiplicadores a nivel de estados y de condados utilizando un enfoque desde arriba o *top-down approach*. En otras palabras, RIMS II utiliza la matriz insumo producto nacional de Estados Unidos para calcular multiplicadores regionales. Dentro de las implicaciones de este método de regionalización está que RIMS II asume que la producti-

vidad de los factores de producción de los estados y de los condados es idéntica a la productividad nacional. Este modelo de insumo-producto es el más barato de usar de sus pares para el cálculo de multiplicadores.

Limitaciones del modelo insumo-producto y del análisis de multiplicadores

Dentro de las limitaciones del análisis insumo-producto se encuentra que este tipo de modelos asumen rendimientos constantes a escala (Lynch, 2000). Las implicaciones de este supuesto es que automáticamente excluye la posibilidad de rendimientos crecientes a escala y rendimientos decrecientes. Otra de las limitaciones del modelo de insumo-producto es que dentro de los supuestos de este modelo se consideran constantes a los precios relativos. Otra de las limitantes del modelo insumo-producto es que asume que los precios son fijos y que es un modelo atemporal (BEA, 2015). La matriz insumo-producto muestra las relaciones comerciales entre las industrias en un punto del tiempo determinado. Por último, puesto que este tipo de modelos comprende una amplia variedad de bienes y servicios, el modelo cuenta con limitaciones de agregación.

Los multiplicadores que se calculan mediante la matriz insumo-producto cuenta con ciertas limitantes también. En particular, el análisis de multiplicadores asume que todos los nuevos empleos que se generan en la economía como consecuencia de un evento económico son empleos de tiempo completo, es decir, el modelo no permite separar entre empleos de medio tiempo y de tiempo completo (BEA, 2015). De manear similar, el modelo no permite sustitución de factores de producción al tener coeficientes de producción fijos. Esto restringe el modelo a considerar cambios tecnológicos en la región de análisis. Debido a la naturaleza de los supuestos del modelo de insumo-producto como rendimientos constantes, los multiplicadores no consideran las habilidades de los trabajadores.

Impacto económico de la industria maquiladora y del comercio internacional en regiones fronterizas: Implan, REMI y RIMS II

Esta sección describe aplicaciones de los modelos de Implan, REMI y RIMS II para estimar el impacto económico de la industria maquiladora y del comercio internacional en regiones fronterizas. El primer grupo de estudios describe cómo algunos autores han utilizado Implan. El segundo grupo de estudios aborda cómo algunos autores han utilizado REMI para estimar el impacto del comercio internacional en economías fronterizas. Por último, esta sección incluye algunos estudios de impacto económico desarrollados mediante el uso de RIMS II.

Implan

Las siguientes tablas resumen algunos de los resultados de estudios de impacto económico que han utilizado Implan para estimar el impacto económico de las actividades de la industria maquiladora en la región fronteriza.

ACMS (2017), utilizando Implan, estimó el impacto económico total de las actividades de exportación relacionadas con las maquiladoras en el condado de Santa Cruz, Arizona. La figura 14.4 incluye los efectos directos y secundarios del sector maquilador en el condado de Santa Cruz, Arizona. Dichos impactos los calcularon en términos de empleo, salarios y producción.

Figura 14.4. *Resumen del impacto económico de las maquiladoras en el condado de Santa Cruz, Arizona*

| Efectos | Empleos | Salarios en millones de dólares | Producción en millones de dólares |
|-----------------------------------|---------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Directo | 1 140 | 46.4 | 206.8 |
| Secundario (indirecto e inducido) | 636 | 22.1 | 98.1 |
| Total | 1 776 | 68.5 | 304.9 |
| % del condado de Santa Cruz | 9.8% | 8.9% | 15.6% |
| Multiplicadores | 1.558 | 1.477 | 1.474 |

Fuente: Adaptación de los resultados de ACMS (2017).

De manera similar, utilizando la técnica de insumo-producto mediante el uso de Implan, la oficina de turismo de Arizona (2017) estimó el impacto económico del gasto de los visitantes provenientes de México en Arizona. En el estudio se incluyeron los efectos del gasto de visitantes en algunos condados de Arizona en 2007. La figura 14.5 muestra los resultados de los efectos directos del gasto de visitantes.

Figura 14.5. *Impactos económicos directos de visitantes mexicanos a Arizona 2007-08, por condado*

| Condado | Gasto directo (miles de dólares) | Empleos directos | Ingresos directos (miles de dólares) |
|---------------------|-------------------------------------|------------------|---|
| Cochise | 186376 | 1498 | 28795 |
| Maricopa | 694173 | 5800 | 143409 |
| Pima | 976434 | 9426 | 190228 |
| Santa Cruz | 491300 | 3762 | 75210 |
| Yuma | 270991 | 2016 | 41512 |
| Otros y sin asignar | 69397 | 883 | 47889 |
| Arizona | 2688670 | 23385 | 527043 |

Fuente: Oficina de Turismo de Arizona (2019).

REMI

Utilizando el software REMI, Cambridge Systematics (2011) estimó el papel económico de los cruces fronterizos de El Paso de 2001 a 2008 y estimó la pérdida económica de dos escenarios. En el escenario 1, los autores asumieron una reducción de 50% en el empleo de los sectores que dependen de la frontera. En el escenario 2, los autores asumieron una reducción de 80% en el empleo de los sectores que dependen de la frontera. Para la región fronteriza, los autores consideraron tres regiones: El Paso, Dona Ana y Chihuahua. Los autores estimaron que, bajo el escenario 1, la pérdida total de empleos en la región sería de 448 000. Mientras que las pérdidas en empleos de la región bajo el escenario 2 ascienden a 807 000. Orrantia (1990), por su parte, estimó el impacto económico de la industria maquiladora en la economía de San Diego utilizando REMI.

Los estudios de impacto económico se pueden llevar a cabo para estimar las pérdidas o los efectos negativos de un evento económico. Por ejemplo,

la figura 14.6 resume los resultados del estudio de impacto económico estimado e incluye los efectos totales de la reducción de las empresas dependientes de la frontera en el El Paso, Texas.

Figura 14.6. *Resumen del impacto económico total de la reducción de las empresas dependientes de la frontera en El Paso, TX*

| Variables Económicas | Catidades | Porcentajes |
|--|---------------|--------------|
| Empleo (miles) | 83.1 — 138 | 22.3 — 37% |
| Producto Regional Bruto (miles de millones de dólares) | \$4.6 — 7.57 | 23.8 -39% |
| Ingresos personales (miles de millones de dólares) | \$2.55 — 4.18 | 12.9 — 21.2% |

Fuente: Cambridge Systematics (2011).

RIMS II

Esta sección incluye un resumen de algunos estudios de impacto económico que han utilizado las tablas de RIMS II para estimar los efectos de políticas de comercio internacional en algunas economías regionales. Por ejemplo, el estudio de Schultz, Chen y Swiecki (2019) estima el impacto o las pérdidas económicas bajo algunos escenarios de imponer aranceles en las importaciones de automóviles en Estados Unidos. El estudio analiza el comercio de la industria automovilística bajo 10 escenarios diferentes combinando algunos cambios en la política comercial de Estados Unidos. Los autores concluyeron que, en el escenario mas pesimista, restricciones en las políticas comerciales de Estados Unidos pueden ocasionar pérdidas de 367 000 empleos, una pérdida en ventas de 1.3 millones de autos.

Por su parte, Liu (2020) utilizó matrices insumo-producto basadas en RIMS II para estimar el impacto de las restricciones de viajes relacionadas a la pandemia de COVID-19 en la economía de Canadá. El estudio determinó que las restricciones afectaron en mayor medida al sector turismo; dichas actividades representan alrededor de 2% del PIB de Canadá y generaron alrededor de 750 000 empleos en Canadá en 2019. Pese que a este artículo no utiliza RIMS II directamente, el estudio basa su metodología en dicho modelo.

Conclusión

El objetivo de este capítulo consistió en describir Implan, REMI, y RIMS II, tres de los modelos de insumo-producto que se pueden utilizar para estimar el impacto del nearshoring en la región fronteriza entre Estados Unidos y México. Dentro de los objetivos particulares del capítulo se describieron dichos modelos y sus aplicaciones para estimar impactos económicos de la industria maquiladora y del comercio en la región fronteriza entre Estados Unidos y México, así como de la frontera de Estados Unidos y Canadá.

Implan, REMI y RIMS II se pueden utilizar para estimar el impacto del nearshoring en la región fronteriza entre Estados Unidos y México. Dentro de las limitaciones del uso de estas técnicas están los supuestos en los que se basan sus modelos bases, particularmente insumo-producto, así como la disponibilidad de datos para calcular relaciones comerciales internacionales o bien matrices insumo-producto transnacionales. Aun así, algunas economías cuentan con dichas matrices y pueden servir como bases para desarrollar una matriz regional de ese tipo entre México, Estados Unidos y Canadá y de esta manera aportar estudios más acertados para la toma de decisiones.

Bibliografía

- BEA (2015). Regional Input-Output Modeling System (RIMS II) User's Guide. https://www.bea.gov/sites/default/files/methodologies/RIMSII_User_Guide.pdf.
- Cambridge Systematics (2011). El papel económico de los cruces fronterizos de El Paso. REMI. <https://www.remi.com/wp-content/uploads/2017/12/105-Cambridge-Systematics-Economic-Role-of-the-El-Paso-Border-Crossings.pdf>.
- Centro de Estudios Mexicanos de Arizona (2014). Economía relacionada con la maquila en Nogales y el condado de Santa Cruz. ACMS.
- Federal Highway Administration (2015). Diseño de intersecciones. En *Diseño de carreteras para mejorar la seguridad de los peatones*. FHWA-HOP-15-034.
- González, J., y Pérez, A. (2019). Impacto de las importaciones en la matriz de transacciones de insumo producto mexicana. *Economía Mexicana*, 28(1), 1-29.
- Hewings, G. J. D. (2020). Regional Input-Output Analysis. Web Book of Regional Science. https://dc.wvu.edu/rri_web_books/10.

- Leontief, W. (1986). *Input-Output Economics* (2^a. ed.). Oxford University Press.
- Liu, H. (2020). *The Economic Impact of Travel Restrictions on the Canadian Economy due to the Covid-19 Pandemic*.
- Lynch, T. (2000). *Analyzing the Economic Impact of Transportation Projects Using RIMS II, Implan and REMI*. Institute for Science and Public Affairs, Florida State University.
- Naciones Unidas (2018). *Handbook on Supply and Use Tables and Input-Output Tables with Extensions and Applications*. United Nations Publications. ISBN: 978-92-1-109574-0.
- OCDE (2023). *Tablas de insumo-producto*. OCDE. <https://www.oecd.org/sti/ind/input-outputtables.htm>.
- Oficina de Turismo de Arizona (2019). *2007-08 Mexican Visitors to Arizona*. <https://tourism.az.gov/wp-content/uploads/2019/05/2007-08-Mexican-Visitors-to-Arizona.pdf>.
- Orrantia, M. S. (1990). *The Economic Impact of Tijuana's Maquiladora Industries on San Diego's Economy*.
- Pavlakovich-Kochi, Vera, y Thompson, G. D. (2014). "Maquiladora Related Economy of Nogales and Santa Cruz County". *Arizona Economy*.
- Quesnay, F. (1894). *Cuadro económico*. Asociación Económica Británica.
- REMI (2019). *REMI PI+ User's Guide*, 10. <https://www.remi.com/wp-content/uploads/2019/08/PI-Users-Guide.pdf>.
- Rickman, D. S., y Schwer, R. K. (1995). A Comparison of the Multipliers of Implan, REMI, and RIMS II: Benchmarking Ready-Made Models for Comparison. *The Annals of Regional Science*, 29(4), 363-374.
- Schultz, M., Dziczek, K., Chen, Y., y Swiecki, B. (2019). *Impactos económicos y del consumidor estadounidense de las políticas comerciales automotrices estadounidenses*. Centro de Investigación Automotriz, Ann Arbor, MI.