



RESUMEN

Título: Eficiencia en la estimación de multiplicadores interregionales: el procedimiento de cocientes de localización ampliado versus la metodología RAS

Autores y e-mails:

Rubén Martínez Alpañez. e-mail: ruben.ma@um.es

José Daniel Buendía Azorín. e-mail: jdbuen@um.es

María del Mar Sánchez de la Vega. e-mail: marvega@um.es

Departamento:

Economía Aplicada

Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa

Universidad:

Murcia

Área Temática:

Métodos para el análisis regional y urbano: big data, econometría espacial y sistemas de información geográfica

Resumen:

El uso de cocientes de localización para la estimación de tablas input output regionales se ha considerado como una herramienta útil y eficiente en la estimación de multiplicadores de producción intrarregionales. A partir de esta herramienta, se han desarrollado procedimientos más complejos que estiman simultáneamente coeficientes interregionales. En este trabajo se evalúa la capacidad de esta metodología ampliada para la obtención de multiplicadores tanto intrarregionales como interregionales para el caso español, estimando a partir de la TIO de España 2015 la correspondiente a País Vasco para el mismo año y de la que disponemos de sus resultados mediante el procedimiento survey. Los resultados obtenidos con el procedimiento anterior se comparan con otras metodologías de uso generalizado por su reconocida eficiencia, las metodologías GRAS y Gravity-RAS para contrastar su fiabilidad, eficiencia y precisión.

Palabras Clave: regionalización, input-output, cocientes localización, FLQ, RAS, multiplicadores.

Clasificación JEL: C13, C67, R15, R59

1. Introducción

El desarrollo del análisis input-output a nivel regional se ha consolidado como una adecuada herramienta estadística de análisis económico territorial, sirviendo tanto para el apoyo a la realización de análisis estructurales como para la valoración de impactos económicos a partir de la evaluación de los denominados multiplicadores de Leontief.

Si bien es cierto que cada vez más se dispone de tablas input-output a nivel regional obtenidas mediante metodologías basadas en encuestas, no es menos cierto que su construcción implica una elevada concentración de recursos tanto económicos como temporales. Este hándicap ha llevado al desarrollo y consolidación de técnicas de estimación o regionalización que, a partir de la correspondiente tabla input-output nacional y bajo determinados supuestos, permitan la obtención de una adecuada aproximación a la verdadera tabla input-output regional.

Dentro del amplio abanico de metodologías existentes para proceder a la regionalización mencionada aquellas basadas en la utilización de cocientes de localización se han consolidado como adecuadas dada su implementación relativamente sencilla y eficiente en términos de precisión y entre estas, existe un consenso generalizado en afirmar la bondad del ajuste obtenido a partir de la metodología FLQ (Flegg et al., 1995; Flegg et al., 1997) o su versión ampliada AFLQ (Flegg & Webber, 2000) que permitirá servir de base para la obtención de una tabla input-output regional toda vez que el resultado obtenido a partir de la aplicación de la metodología sea complementado con información survey disponible o combinado con otras técnicas que permitan mejorar la precisión de la estimación (Flegg & Tohmo, 2013; Flegg & Tohmo, 2019).

Por otra parte, está ampliamente extendida la utilización de técnicas denominadas bi-proportionales tales como RAS (Stone, 1961) o alguna de sus variantes, por ejemplo, GRAS (Junius & Oosterhaven, 2003), Cell-corrected RAS (Mínguez et al., 2009), PATH-RAS (Pereira López et al., 2013), entre otras.

Entre las problemáticas asociadas con la estimación de una tabla regional a partir de su correspondiente nacional, la estimación del comercio interregional, que no puede derivarse de la tabla nacional tomada como referencia, se considera determinante para la obtención de una tabla regionalizada adecuada (Miller & Blair, 2009).

En este trabajo se propone la evaluación comparada a partir de la utilización de diversos estadísticos de bondad de ajuste que cuentan con características complementarias entre ellos, de dos técnicas de regionalización que permiten la estimación de la tabla input-output incluyendo la estimación del comercio interregional. Por un lado, la implementación de la metodología GRAS,

combinada con modelos de gravedad da lugar a la técnica denominada Gravity RAS (Fournier Gabela, 2020; Sargento, 2009; Sargento et al., 2012; Sargento, 2007) y por otro lado la extensión de cocientes de localización para la estimación del comercio interregional (Jahn, 2017; Jahn et al., 2020) representan dos técnicas cuya solución en términos de coste y eficiencia en la precisión puede considerarse como adecuada.

Tras esta introducción, en el apartado segundo se describen las técnicas de regionalización comparadas en este trabajo. El apartado tercero presenta los estadísticos que servirán para proceder a la comparación de las metodologías seleccionadas y el resultado de la comparación tras la aplicación sobre la tabla input-output de la región de País Vasco para el año 2015 a partir de la correspondiente tabla input-output de España para el mismo año. Esta comparación se realiza atendiendo a la capacidad de cada una de las metodologías para estimar todos los elementos de la tabla input-output, suponiendo conocidos exclusivamente los valores de producción por ramas homogéneas de actividad. Finalmente, en el apartado 4 se presentan las conclusiones.

2. Metodologías de Regionalización

2.1. Cocientes de localización

La utilización de cocientes de localización como técnica de regionalización de tablas input-output ha evolucionado significativamente desde el primer texto que proponía su utilización allá por los años 50 (Isard, 1951). Actualmente, la cantidad de artículos disponibles que emplean esta técnica es prácticamente inabarcable y, tanto en términos de desarrollo teórico de la técnica como de aplicaciones sobre el resultado de las mismas, ponen de manifiesto, sin duda alguna, su utilidad en términos económicos.

El uso de cocientes de localización para elaborar marcos input-output regionales a partir de una tabla nacional constituye una herramienta efectiva cuando no se dispone del mismo elaborado mediante encuestas (Flegg et al., 1995). De forma relativamente sencilla y con necesidades de información razonables y disponibles, se puede estimar la tabla regional en ausencia de datos procedentes de encuestas, si bien el resultado obtenido debe ser revisado por el analista y refinado, en aras de obtener la mejor aproximación posible a la realidad económica interindustrial del territorio en cuestión estimado (Flegg & Webber, 2000).

En ausencia de información específica, la técnica de cocientes de localización parte, *grosso modo*, desde la hipótesis de que la estructura productiva y tecnología de producción es similar en la región a la mostrada en la tabla nacional a la que la región pertenece. A partir de ahí, se realizarán las pertinentes correcciones en base a tamaño regional.

2.1.1. Cocientes de localización simples (SLQ)

Siendo x_i^r y x^r la producción total del sector i en la región r y la producción total de la región r respectivamente y siendo x_i^n y x^n los respectivos totales referidos al nivel nacional, puede definirse el cociente de localización simple (SLQ) para el sector i en la región r como:

$$SLQ_i = LQ_i^r = \frac{x_i^r / x^r}{x_i^n / x^n}. \quad (1)$$

Donde el numerador presenta la proporción de producción total nacional del producto i producido en la región r y el denominador representa la proporción del output total regional en el total nacional.

Alternativamente y dada la disponibilidad real de datos sobre los sectores regionales, suele utilizarse, en la práctica, datos distintos a los de producción para establecer la proporcionalidad buscada tales como datos de empleo (Kowalewski, 2015a; Miller & Blair, 2009; Sargento et al., 2012) valor añadido sectorial, ingresos, y otros que muestren tal proporcionalidad (Flegg, Huang, et al., 2014; Jahn, 2017).

El coeficiente regional a_{ij}^{rr} , que es la diferencia entre el coeficiente técnico regional a_{ij}^r y el coeficiente de importación regional a_{ij}^{sr} va a derivar del ajuste mediante el cociente de localización del coeficiente nacional a_{ij}^n para cada industria. Así:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (LQ_i^r) a_{ij}^n, & \text{si } LQ_i^r < 1 \\ a_{ij}^n, & \text{si } LQ_i^r \geq 1 \end{cases} \quad (2)$$

El coeficiente regional a_{ij}^{rr} va a coincidir con el coeficiente nacional en caso de que el cociente de localización sea mayor de la unidad, debido a la suposición realizada de coincidencia de estructura productiva entre la región y el nivel superior nacional. Por otro lado, el coeficiente será rectificado cuando el cociente de localización sea menor de la unidad, entendiendo (no como en el caso anterior) que la diferencia vendrá derivada de importaciones.

2.1.2. Cocientes de Localización Inter industrial (CILQ)

El cociente de localización interindustrial (CILQ) cuya autoría fue atribuida a Charles Leven por Tiebout en 1966 (Schaffer & Chu, 1969) presenta una alternativa al SLQ que realizar ajustes celda a celda en la matriz, considerando el tamaño relativo tanto de los sectores vendedores, i , como de los sectores compradores, j (Ramos, 1998).

El cociente de localización interindustrial CILQ será:

$$CILQ_{ij} = \frac{x_i^r / x_i^n}{x_j^r / x_j^n} \quad (3)$$

Luego:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (CILQ_{ij}^r) a_{ij}^n, & \text{si } CILQ_{ij}^r < 1 \\ a_{ij}^n, & \text{si } CILQ_{ij}^r \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

Comparando los tamaños relativos de los sectores i y j , se va a asumir que, si $CILQ_{ij}$ es menor que la unidad, el tamaño relativo del sector i es menor que el tamaño relativo del sector j en la región analizada, por lo que va a necesitar importar producto para satisfacer la demanda de j .

Tal y como se puede deducir (Miller & Blair, 2009), se cumple que $CILQ_{ij}^r = LQ_i^r / LQ_j^r$ por lo que los elementos en los que $i = j$ van a ser iguales a la unidad. En este caso procede realizar una rectificación (Flegg et al., 1995), completando la evaluación del cociente para la determinación del coeficiente a_{ij}^{rr} en la forma siguiente:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (CILQ_{ij}^r) a_{ij}^n, & \text{si } CILQ_{ij}^r < 1 \\ a_{ij}^n, & \text{si } CILQ_{ij}^r \geq 1 \end{cases} \quad \text{para } i \neq j, \quad (5)$$

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (SLQ_{ij}^r) a_{ij}^n, & \text{si } SLQ_i^r < 1 \\ a_{ij}^n, & \text{si } SLQ_i^r \geq 1 \end{cases} \quad \text{para } i = j.$$

2.1.3. Cociente de localización de Flegg FLQ y FLQ aumentado (AFLQ)

Los cocientes vistos hasta ahora, a saber, SLQ y CILQ cuentan con determinadas limitaciones tales como la sobreestimación del comercio intrarregional, subestimando el comercio interregional o, por ejemplo, que la estructura productiva de un determinado territorio lleve aparejada una mayor o menor proporción de adquisiciones con relación al promedio nacional (Flegg et al., 1995; McCann & Dewhurst, 1998; Miller & Blair, 2009). En un intento de mejorarlos ha sido implementado el cociente de localización de Flegg FLQ (Flegg & Webber, 1997) siendo:

$$FLQ_{ij}^r = CILQ_{ij}^r(\lambda) \text{ donde } \lambda = \left(\log_2 \left(1 + \frac{x^r}{x^n} \right) \right)^\delta, 0 \leq \delta \leq 1. \quad (6)$$

Entonces:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (FLQ_{ij}^r) a_{ij}^n, & \text{si } FLQ_{ij}^r < 1 \\ a_{ij}^n, & \text{si } FLQ_{ij}^r \geq 1 \end{cases} \quad (7)$$

Con la finalidad de recoger debidamente la posible especialización regional que llevara a una determinada región a estar más especializada que lo que indica el coeficiente nacional, la propuesta metodológica de Flegg fue modificada con una nueva propuesta (Flegg & Webber, 2000), a saber:

$$AFLQ_{ij}^r = \begin{cases} [\log_2(1 + LQ_j^r)](FLQ_{ij}^r) & \text{si } SLQ_j^r > 1 \\ FLQ_{ij}^r, & \text{si } SLQ_j^r \leq 1 \end{cases} \quad (8)$$

Y de esta forma:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (AFLQ_{ij}^r) a_{ij}^n, & \text{si } SLQ_j^r > 1 \\ (FLQ_{ij}^r) a_{ij}^n, & \text{si } SLQ_j^r \leq 1 \end{cases} \quad (9)$$

Una importante cantidad de referencias hacen mención expresa en la comparación de metodologías a los cocientes de localización de Flegg, FLQ (Flegg et al., 1995; Flegg & Webber, 1997), bien de forma directa reconociendo su mejor bondad de ajuste en comparación con otras técnicas (Jahn, 2017; Lampiris et al., 2019), bien indirectamente utilizándolo como referencia comparativa, independientemente de su determinación como mejor estimador (Kowalewski, 2015; Lamonica & Chelli, 2018; Zhao & Choi, 2015; Mastronardi & Romero, 2012; Lamonica & Chelli, 2018; Lampiris et al., 2019; Flegg & Tohmo, 2013; Flegg, Mastronardi, et al., 2014).

En la práctica, la alternativa aumentada no presenta, en general, mejores resultados que su versión simple FLQ (Bonfiglio, 2009) de ahí que siga siendo la alternativa FLQ la más adecuada para acometer procesos de regionalización.

La alternativa propuesta en las metodologías FLQ y AFLQ va a llevar aparejada una dependencia altamente significativa del valor dado al parámetro δ (Flegg & Tohmo, 2019a; Kowalewski, 2015a; Lamonica & Chelli, 2018; Lampiris et al., 2019) cuya determinación resulta compleja.

2.2. La estimación del comercio interregional

La importancia relativa de las relaciones comerciales entre territorios regionales es mucho más determinante que la relativa a comercio internacional (Thissen et al., 2014). Por ello, para poder acometer el análisis de impacto y cambio estructural adecuados en el ámbito regional a partir de tablas input-output mediante métodos indirectos, regionalizando una tabla de orden superior, se hace necesario ampliar la información endógena de la tabla estimada teniendo en cuenta las transacciones comerciales entre la región analizada y aquellas con las que se relaciona comercialmente dentro del mismo país. Esta información no está disponible en la tabla de orden superior por lo que necesita ser estimada, normalmente, mediante modelos de gravedad. No obstante, suele ser recomendable, (Boomsma & Oosterhaven, 1992; Isard et al., 2017; Round, 1983) al no disponer de una tabla regional, estimar un modelo birregional (interregional o multirregional) en el que se traten tanto la región objeto de estudio como las relaciones con una segunda región que abarca el resto del país. Si bien es cierto que la problemática asociada a la estimación de marcos input-output de dos o más regiones no es un tema novedoso temporalmente hablando, tratado por ejemplo, desde Isard (1960), Round (1983) Oosterhaven et al. (1986), no es menos cierto que la realidad económica actual de interconexión económica entre distintos territorios y economías plenamente globalizadas han llevado a la intensificación y desarrollo de técnicas de estimación que tienen en cuenta esta tipología de tablas, como por ejemplo en Canning and Wang (2004), Kratena et al. (2013), Többen and Kronenberg (2015), Jahn (2017), Boero et al. (2018), Temursho et al. (2019) o Krebs (2020).

2.3. Extensión de FLQ al marco interregional

El uso de cocientes de localización en procesos de regionalización a través de modelos interregionales no ha sido muy extendido en la literatura, utilizándose en Hermannsson (2016) o Jahn (2017).

Así, el procedimiento propuesto por Jahn (2017) que fue testado en términos de bondad de ajuste en Jahn et al. (2020) pero sin compararlo con otras metodologías, parte de la estimación de la TIO regional doméstica a partir de la utilización de cocientes de localización FLQ, obteniendo así una primera estimación de la TIO regional.

A partir de la estimación del comercio intrarregional mediante cocientes, tiene sentido hablar de la generación de un residuo obtenido como diferencia entre el valor correspondiente de cada elemento de la TIO nacional de base y el valor obtenido al aplicar la metodología FLQ.

Siendo z_{ij} el elemento de la TIO nacional adquirido por la industria j a la industria i , y $\bar{z}_{ij}^{rr}$ el elemento ij estimado de la matriz doméstica de la región r puede definirse el residuo anteriormente mencionado como:

$$\epsilon_{ij}^{FLQ} = z_{ij} - \sum_r \bar{z}_{ij}^{rr} \geq 0. \quad (10)$$

Dado que nuestro interés radica principalmente en la estimación de la tabla input-output de una región concreta, para establecer la importancia de la estimación del comercio interregional es suficiente plantear un modelo birregional entre la región de interés y la región “resto del país”, a partir de la utilización de un modelo comercial simple (Jahn et al., 2020), utilizando datos relativos de producción por industria (Flegg & Tohmo, 2019), sin ser necesario recurrir a modelos de gravedad de estimación de comercio interregional, estableciéndose el valor de comercio interregional entre las industrias i, j y entre las regiones r, s de la siguiente forma:

$$h_{ij}^{sr} = \begin{cases} \bar{x}_i^s \bar{x}_j^r & \text{para } s \neq r \\ 0 & \text{para } s = r \end{cases}. \quad (11)$$

Debiendo este resultado escalarse para garantizar que la suma de h_{ij}^{sr} sea igual a la unidad, podrá obtenerse el valor del comercio interregional aplicando dicho valor sobre el residuo.

$$\bar{z}_{ij}^{sr} = \frac{h_{ij}^{sr}}{\sum_{r',s'} h_{ij}^{sr}} \epsilon_{ij}^{FLQ} = \frac{h_{ij}^{sr}}{\sum_{r',s'} h_{ij}^{sr}} (z_{ij} - \sum_r \bar{z}_{ij}^{rr}) \text{ para } s \neq r. \quad (12)$$

En este punto del proceso de estimación ya se cuenta, tanto con la matriz de comercio intrarregional de transacciones intermedias referida tanto a la región concreta (en este trabajo para el caso del País Vasco) como a la región que denominamos “resto del país”, como con una estimación que recoge las transacciones interindustriales entre las dos regiones consideradas, debiendo estimar la parte correspondiente a la demanda final de ambas regiones consideradas.

El procedimiento seguido propone la estimación del comercio exterior rama a rama (o producto a producto) a partir del peso que suponen el total de exportaciones, por un lado, y de importaciones, por otro, para la región de interés, ponderando con tal peso la variable correspondiente de la tabla input-output de referencia.

Este método de regionalización, a diferencia del presentado por Canning and Wang (2004), que sirve de base para el mismo, ofrece una estimación de la Demanda Final Total (DFT), cuyo origen radica en cada una de las regiones diferenciadas, independientemente del destino donde se produzca

efectivamente el consumo. Así, por ejemplo, el gasto en consumo final de los hogares no solo va a incorporar la valoración correspondiente a tal partida de los residentes de la región de interés, sino que incorporará el gasto en consumo final de hogares de no residentes en la región pero que consuman bienes y servicios producidos en la misma.

Para el cálculo de la DFT, teniendo en cuenta la tipología de la tabla a estimar, doméstica, así como el procedimiento planteado y dados los datos que normalmente están disponibles, está justificado que se plantee una alternativa posterior para su adecuada estimación, diferenciando entre la demanda final doméstica y aquella que proceda del resto del país, hecho que resulta determinante para poder realizar estimaciones de modelo cerrado del cual se derivan los efectos inducidos ante shocks de demanda final.

La primera estimación de la tabla birregional debe ser optimizada minimizando el cuadrado de las distancias, equivalente a maximizar la entropía, resolviendo el siguiente problema de optimización (Jahn, 2017):

$$\begin{aligned} \text{Min } S = & \sum_{i,j,s,r} \frac{(z_{ij}^{sr} - \bar{z}_{ij}^{sr})^2}{w_{ij}^{sr} z_{ij}^{sr}} + \sum_{i,r} \frac{(x_i^r - \bar{x}_i^r)^2}{x_i^r} + \sum_{i,r} \frac{(v_i^r - \bar{v}_i^r)^2}{v_i^r} \\ & + \sum_{i,r} \frac{(y_i^r - \bar{y}_i^r)^2}{y_i^r} + \sum_{i,r} \frac{(m_i^r - \bar{m}_i^r)^2}{m_i^r} + \sum_{i,r} \frac{(e_i^r - \bar{e}_i^r)^2}{e_i^r}. \end{aligned}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j,s} z_{ij}^{sr} + m_i^r + v_i^r = x_i^r.$$

$$\sum_{j,s} z_{ij}^{rs} + y_i^r + e_i^r = x_i^r.$$

$$\sum_{s,r} z_{ij}^{rs} = z_{ij}.$$

$$\sum_r x_i^r = x_i.$$

$$\sum_r v_i^r = v_i.$$

$$\sum_r y_i^r = y_i.$$

$$\sum_r m_i^r = m_i.$$

$$\sum_r e_i^r = e_i.$$

(13)

De la misma forma y teniendo en cuenta que nuestra máxima atención se centra exclusivamente en obtener una estimación lo más precisa posible de la matriz de consumos intermedios, la expresión anterior puede simplificarse hasta asegurar la optimización de dicha matriz (Jahn et al., 2020). Esta estimación se realiza resolviendo el siguiente problema:

$$\begin{aligned} \text{Min } S &= \sum_{i,j,s,r} \frac{(z_{ij}^{sr} - \bar{z}_{ij}^{sr})^2}{w_{ij}^{sr} z_{ij}^{sr}} \text{ sujeto a} \\ \sum_{i,s} z_{ij}^{sr} &\leq x_j^r \text{ y } \sum_{s,r} z_{ij}^{sr} = z_j^r. \end{aligned} \quad (14)$$

La demostración sobre la precisión en la estimación del procedimiento establecido en Jahn (2017) se realiza sobre la tabla input-output multirregional de Corea correspondiente al año 2005 (Jahn et al., 2020). Este último trabajo evalúa, para la estimación del comercio interregional la parametrización de un valor de δ distinto para cada región en contraposición con la utilización de parámetros δ sectoriales, δ sectoriales para cada región o un δ único para todas las regiones por igual. Flegg and Tohmo (2019) afirman que la alternativa consistente en utilizar un parámetro sectorial δ_j en cada región (Kowalewski, 2015), ofrece resultados óptimos para algunas regiones, aunque no tan buenos para otras, por lo que recomiendan la utilización de un δ diferente para cada región.

Con relación al comercio interregional, si bien reconocen que la utilización de modelos de gravedad ofrece óptimas soluciones concluyen que la mera utilización de un modelo comercial simple es adecuada dado el resultado obtenido por la estimación. Teniendo en cuenta nuestro interés por obtener como resultado final del proceso una tabla regionalizada de una única región, a partir de la estimación de la tabla birregional, entendemos este procedimiento como el más adecuado.

El procedimiento consiste en la resolución de la ecuación (13) minimizando el cuadrado de las distancias y obteniendo la estimación final de los componentes de la tabla input-output. No obstante, surge la posibilidad de valorar otro procedimiento que consiste en utilizar la estimación del comercio interregional mediante la ecuación (12) combinado con la metodología GRAS.

2.4. Metodología GRAS

La técnica RAS simple (Stone, 1961) cuenta, entre sus limitaciones, con la imposibilidad de estimar adecuadamente elementos negativos en la matriz proyectada. La metodología GRAS (Junius & Oosterhaven, 2003; Temurshoev et al., 2013) responde a esta necesidad de poder proyectar matrices que combinen elementos tanto positivos como negativos. Así, teniendo en cuenta que es indiferente realizar el proceso de estimación tanto a la matriz de transacciones como a la matriz de coeficientes técnicos (Dietzenbacher & Miller, 2009; Miller & Blair, 2009, p. 327) los autores plantean matemáticamente la idea aplicada años atrás por Gunluk-Senesen & Bates (1988) consistente en realizar la proyección sobre dos submatrices, dividiendo la matriz a proyectar en una que contenga todos los elementos positivos y otra que contenga todos los elementos negativos.

Son numerosas las ventajas que aportan las metodologías biproporcionales tanto por la facilidad de su entendimiento como por su aplicación, aunque lógicamente no está libre de críticas tales como su justificación económica más allá de constituir una adecuada solución matemática a un problema de estimación (Jackson & Murray, 2004). En todo caso, la técnica RAS y su generalización GRAS constituye, a priori, una adecuada solución al problema de proyección que estamos planteando.

El algoritmo GRAS descompone la matriz de coeficientes técnicos A en dos matrices, una que contiene todos los elementos positivos de la matriz A y otra que contiene todos los elementos negativos de esa matriz A . Los vectores (suma) de filas y columnas de la citada matriz A se adaptan como suma de los correspondientes a la matriz de elementos positivos y de elementos negativos. Finalmente, cuando se obtiene el resultado, basta con agregar en una única matriz el resultado obtenido en las dos matrices. Es decir, sea:

- A una matriz de dimensión de m filas y n columnas. Sea $u_0 = Ai$ el vector de m elementos que contiene las sumas de cada fila y sea $v_0 = iA$ el vector de n elementos que contiene las sumas de las n columnas donde i es un vector de dimensión adecuada que está formado enteramente por unos.
- A tiene elementos tanto negativos como positivos.
- Sean u y v los vectores de la matriz objetivo distintos de los definidos para la matriz de partida, siendo $iu = iv$.

Se necesita un vector adaptado de suma de filas tal que $\tilde{u} = u + Ni$ así como un vector suma adaptado de columnas tal que $\tilde{v} = v + iN$.

Se aplica RAS tanto a P como a $\tilde{u}$ y $\tilde{v}$ obteniendo como resultado la matriz $\tilde{X}$.

La matriz objetivo se obtiene como $X = \tilde{X} - N$.

El par de matrices diagonales $(\hat{r}, \hat{s})$ es la solución de un sistema de ecuaciones no lineal como sigue:

$$(\hat{r}P\hat{s} - \hat{r}^{-1}N\hat{s}^{-1})i = u^* \quad (15)$$

$$i(\hat{r}P\hat{s} - \hat{r}^{-1}N\hat{s}^{-1}) = v^*. \quad (16)$$

Con $p_{ij} = a_{ij}$ si $a_{ij} \geq 0$, $p_{ij} = 0$ en otro caso.

Y $n_{ij} = -a_{ij}$ si $a_{ij} < 0$, $n_{ij} = 0$ en otro caso.

En este caso, se plantea como alternativa equivalente para la proyección de tablas de origen y destino (SUT por su nombre en inglés) no ya la metodología GRAS, sino la metodología SUT-RAS (Temurshoev & Timmer, 2011) que fue desarrollada para la aplicación de la metodología RAS a SUT con una gran versatilidad, no necesitando conocer los totales de outputs por productos para su proyección. La metodología SUT-RAS emplea la misma función objetivo que la metodología GRAS

(Lenzen et al., 2009). Esta metodología puede ser fácilmente adaptada según las necesidades y disponibilidad de información del analista, en relación tanto con la valoración, bien a precios básicos, o a precios de adquisición como a la distinción del origen de los flujos de destino, ya sean domésticos o importados. La diferencia con la metodología RAS o GRAS radica en que no se hace una proyección independiente de la tabla de origen por un lado y de la tabla de destino por otro, sino que se presenta un marco integrado a partir del cual se plantea la proyección del marco completo.

Siguiendo la propuesta de los autores, se presenta a continuación de forma esquemática la secuencia metodológica (etapas) de proyección:

1. Tomada la matriz A y la dividimos en dos matrices, una que contenga los elementos positivos y otra que contenga los elementos negativos.

2. Empezamos el proceso con un vector r que igualamos a 1.

Y calculamos: $p_j(r) = \sum_i r_i p_{ij}$ y $n_j(r) = \sum_i \frac{n_{ij}}{r_i}$ siendo p los elementos de la matriz positiva y n los elementos de la matriz negativa.

3. Calculamos ahora $s_j = \frac{v_j + \sqrt{v_j^2 + 4p_j(r)n_j(r)}}{2p_j(r)}$ siendo v_j el total de las columnas proyectadas.

4. Una vez tenemos los s_j calculamos $p_i(s) = \sum_j p_{ij}s_j$ y $n_i(s) = \sum_j \frac{n_{ij}}{s_j}$.

5. Calculamos un nuevo vector r de la siguiente forma: $r_i = \frac{u_i + \sqrt{u_i^2 + 4p_i(s)n_i(s)}}{2p_i(s)}$ siendo u_i el total por filas proyectado.

6. Se repite de forma iterativa la secuencia de 2 a 5 hasta que la diferencia entre los s_j obtenidos en la iteración k+1 y la iteración k sea menor que una determinada diferencia (por ejemplo, cuando la diferencia sea menor que 10^{-8}) para todos los elementos.

7. Cuando tenemos la convergencia garantizada, se construye la tabla proyectada usando la siguiente formula con los valores obtenidos en la iteración k:

$$a_{ij} = r_i(k)p_{ij}s_j(k) - \frac{n_{ij}}{r_i(k)s_j(k)}. \quad (17)$$

Debe tenerse en cuenta la siguiente precaución a la hora de implementar el método (Temurshoev & Timmer, 2010):

$$r_i = \begin{cases} \frac{u_i + \sqrt{u_i^2 + 4p_i(s)n_i(s)}}{2p_i(s)} & \text{para } p_i(s) > 0 \\ -\frac{n_i(s)}{u_i} & \text{para } p_i(s) = 0 \end{cases}, \quad (18)$$

$$s_j = \begin{cases} \frac{v_j + \sqrt{v_j^2 + 4p_j(r)n_j(r)}}{2p_j(r)} & \text{para } p_j(r) > 0 \\ -\frac{n_j(r)}{u_j} & \text{para } p_j(r) = 0 \end{cases}.$$

2.5. Modelos de Gravedad

Basado en el modelo gravitacional de Newton, existen varias formulaciones de modelos de gravedad para la estimación de flujos interregionales (Miller & Blair, 2009, Chapter 8.6). La idea básica de esta tipología de modelos parte de que el flujo de un bien desde una región a otra será función de la cantidad del citado bien en la región de origen, la cantidad de compras del bien en la región de destino y la distancia entre las dos regiones.

Así, el modelo gravitacional para un bien i adquirido por la industria j entre las regiones r y s vendrá dado por (Holt, 2017)

$$Z_{ij}^{rs} = G \frac{P_r^{\alpha_1} P_s^{\alpha_2}}{d_{rs}^{\alpha_3}}. \quad (19)$$

Donde α_1 , α_2 y α_3 son parámetros que deben ser estimados; G es una constante de proporcionalidad que dependerá bien de j de r o de s . P_r y P_s recogen información sobre la oferta del bien i en la región r y la demanda del bien i en la industria j en la región s respectivamente. El elemento d_{rs} hace referencia a la distancia, conceptualmente hablando, entre la región r y la región s que puede ser definida de múltiples formas (Greaney & Kiyota, 2020; Isard et al., 2017; Riddington et al., 2006; Sargento et al., 2012).

En relación con su utilización como parte del proceso de regionalización de tablas input-output basados en modelos de estimación de región individual, debe prestarse especial atención a una serie de cuestiones que, a priori, no pueden ser automáticamente resueltas (Miller & Blair, 2009, p. 76). Aspectos tales como la implantación tecnológica, nivel de cualificación profesional y desarrollo industrial deben ser tenidos en cuenta en la medida en que pueden distar sustancialmente según que territorio estemos considerando en función del país de referencia (Sargento, 2009) o bien debe prestarse atención a que la región en cuestión no está aislada del entorno (Sargento et al., 2012). El tamaño de la región modelizada va a resultar, igualmente, crucial para evaluar la interconexión comercial entre la región analizada y su entorno. Se ha demostrado que el tamaño regional va a afectar a la evolución del comercio entre regiones (interregional) de forma más significativa a cómo puede afectar al comercio intrarregional o internacional ante determinados shocks (Jackson & Murray, 2004) por lo que debe ser debidamente tenido en cuenta para optimizar el proceso de proyección, en tanto en cuanto, una alteración en las condiciones de producción de una determinada región va a llevar aparejado una alteración de su volumen de compras y ventas sobre las regiones del país que

puede llegar a generar de forma indirecta nuevas variaciones en los niveles de producción de la región en cuestión.

Riddington et al. (2006) evalúan la capacidad de estimación, tanto de coeficientes como de multiplicadores, de los cocientes de localización en contraposición con los modelos de gravedad a través de la metodología DREAM aplicada sobre Escocia y Reino Unido, combinando el modelo de gravedad con la metodología RAS recomendando tal metodología en comparación con aquellas basadas en cocientes de localización con las que la compara, dada la bondad del ajuste en multiplicadores obtenida.

Sargento et al. (2009; 2012) evalúan la capacidad de distintas metodologías para estimar el comercio interregional sobre tablas de origen y destino correspondientes a 14 países de la Unión Europea para concluir que, por un lado, los valores de partida en el proceso de estimación del comercio interregional son determinantes y, por otro lado, que el modelo gravitacional que mejor funciona, en términos de precisión, es aquel que estima alternativamente el parámetro de disminución de distancia, conocido como β , a partir de la minimización del siguiente indicador de error (Sargento, 2007):

$$I = \sum_s |\sum_r x^{rs} - \sum_r \tilde{x}_0^{rs}| / \sum_r \sum_s x^{rs}. \quad (20)$$

En el caso concreto que nos ocupa, se considera adecuado prestar atención al escenario de estimación que parte de un total desconocimiento acerca de los flujos interregionales (Sargento, 2009, p. 2014). Partiendo del conocimiento previo del valor de los valores suma totales de filas y columnas de la matriz, se utiliza el modelo de gravedad a partir de (21) para aproximarnos a la valoración de las transacciones intermedias.

	Región 1	Región 2	...	Región k	Suma
Región 1	0	x_j^{12}	...	x_j^{1k}	$d_j^{1\text{roc}}$
Región 2	x_j^{21}	0		x_j^{2k}	$d_j^{2\text{roc}}$
...	...	...	0	...	...
Región k	x_j^{k1}	x_j^{k2}	...	0	$d_j^{k\text{roc}}$
Suma	$m_j^{\text{roc } 1}$	$m_j^{\text{roc } 2}$	...	$m_j^{\text{roc } k}$	$d_j = m_j$

Toda vez que se suponen conocidos los márgenes de la matriz de consumos intermedios entre las regiones de interés r y s puede plantearse la aplicación de la técnica RAS sobre la ecuación de gravedad aplicada al comercio (19) en la forma siguiente:

$$(\tilde{x}^{rs})_{RAS} = J^r \tilde{x}^{rs} L^s = J^r G \frac{(P^r)^{\alpha_1} (P^s)^{\alpha_2}}{(\delta^{rs})^{\alpha_3}} L^s. \quad (21)$$

Donde J^r y L^s son los vectores que garantizarán el ajuste lo más cercano posible a la matriz inicial.

Siguiendo a Sargento (2009), la imposibilidad de conocer el valor de determinados parámetros, nos lleva a asumir los siguientes supuestos:

- Los parámetros α_1, α_2 y α_3 se asumen unitarios.
- Es necesario definir el grado de especialización de origen, DS^r que tomará la siguiente forma a partir de los datos de exportación por producto x^k :

$$DS_r^k = \frac{x_r^k / \sum_1^k x_r^k}{\sum_1^r x_r^k / \sum_1^r \sum_1^k x_r^k}. \quad (22)$$

- El escalar G debe garantizar que se cumple la restricción tal que $\sum_s \tilde{x}^{rs} = x^r$ por lo que tomará el valor

$$G^r = x^r \left(\sum_s \frac{P^r P^s DS^r}{\delta^{rs}} \right)^{-1}. \quad (23)$$

La ecuación gravitacional quedará de la forma:

$$\tilde{x}^{rs} = G^r \frac{P^r P^s DS^r}{\delta^{rs}}. \quad (24)$$

En tanto que estamos tratando exclusivamente el ámbito birregional, evaluando la precisión en la estimación de nuestra región de interés y del resto del país, podemos asumir unitaria la distancia, es decir, $\delta^{rs} = 1$

La metodología RAS combinada con modelos de gravedad, aplicada a marcos interregionales, ha sido aplicada en distintos trabajos tales como Fournier (2020), Sargento et al. (2012) Temursho et al. (2019) o Yamada (2015) definiendo como punto de partida el conjunto de variables del comercio interregional a partir de la implementación de un determinado modelo de gravedad para ajustar posteriormente dichas variables a los márgenes de producción y empleos necesarios para obtener una solución ajustada.

3. Comparativa de los métodos propuestos

Para la comparación entre las metodologías empleadas se va a recurrir a un conjunto de estadísticos de bondad de ajuste, obtenidos de Valderas et al. (2018) capaces de ofrecer información que permita discriminar adecuadamente entre metodologías de regionalización.

En primer término, el análisis de bondad de ajuste se llevará a cabo evaluando el valor obtenido a partir de la implementación del estadístico Weighted Absolute Percentage Error (WAPE). Este estadístico se utiliza con mucha frecuencia en el ámbito input-output. Con la finalidad de evitar los sesgos que se puedan producir en la medición de la bondad de ajuste derivados de otorgar el mismo peso a todas las variables, sin tener en cuenta el peso de cada uno de los coeficientes evaluados, este estadístico tendrá la capacidad de medir los porcentajes de error absoluto, en promedio, ponderados por el peso de cada elemento, con respecto al que fueron calculados (Valderas , 2015). Su expresión es la siguiente:

$$WAPE = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_{ij}|}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |x_{ij}|} \right) \left| \frac{x_{ij} - \tilde{x}_{ij}}{x_{ij}} \right|. \quad (25)$$

De forma subsidiaria al análisis anterior realizado, se utilizarán un conjunto de estadísticos que, de forma complementaria, permitirán confirmar la información obtenida a partir del resultado obtenido de la aplicación del estadístico principal, es decir, el WAPE (25).

Así, por ejemplo, teniendo en cuenta que la importancia de un coeficiente no deriva exclusivamente de su tamaño, se entiende adecuado ofrecer una medida de bondad de ajuste que permita el escalamiento de cada variable. Así, el estadístico Weighted Absolute Scaled Error (WASE) permitirá ofrecer una menor sensibilidad a elementos anómalos al no afectarle cambios de escala o tamaño de coeficientes (Valderas, 2015), su definición es:

$$WASE = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_{ij}|}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |x_{ij}|} \right) \left| \frac{x_{ij} - \tilde{x}_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |x_{ij} - \tilde{x}_{ij}| / mn} \right|. \quad (26)$$

A partir del trabajo desarrollado por Arto et al. (2014) se presenta el ρ – SWAPE (27) estadístico que puede utilizarse de forma sencilla para realizar comparaciones transversales y entre distintos métodos (Valderas, 2015). Su interpretación es similar a un coeficiente de determinación, tomando valor unitario en caso de obtener un ajuste perfecto y cero en caso contrario, está definido como:

$$\rho - SWAPE = 100 \left(1 - \frac{SWAPE}{200} \right). \quad (27)$$

$$\text{Siendo } SWAPE = 200 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_{ij}|}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |x_{ij}|} \right) \left| \frac{x_{ij} - \tilde{x}_{ij}}{x_{ij} + \tilde{x}_{ij}} \right|.$$

Con la finalidad de completar el conjunto de estadísticos, se obtendrá, además, el Índice de Similitud (Valderas et al., 2018). Dicho estadístico (IS) mostrará un ajuste tanto más perfecto cuanto más próximo a 100 se encuentre el valor del índice, su expresión es

$$IS = 50(1 + r_{X,\bar{X}}). \quad (28)$$

$$\text{Siendo } r_{X,\bar{X}} = \frac{Cov(X,\bar{X})}{s_X s_{\bar{X}}}.$$

Con relación a estos estadísticos que hemos denominado, por conveniencia, subsidiarios, se procederá a analizar si siguen la misma dirección en su interpretación que la obtenida mediante la utilización del estadístico principal.

Para comparar la metodología de cocientes de localización ampliada (Jahn, 2017) con la metodología RAS en su versión generalizada, se utiliza como referencia el marco input-output correspondiente a España, año 2015, y la región País Vasco, que presenta la tabla simétrica para el mismo año.

La tabla tomada como referencia correspondiente a España (SEC 2010) año 2015¹ del tipo producto por producto presenta 64 ramas homogéneas a precios básicos. Por su parte, la tabla input-output correspondiente a la región de País Vasco (SEC-2010) presenta para ese mismo año² información relativa a 85 ramas homogéneas. Ambas tablas, con carácter previo, deben homogeneizarse buscando la mayor desagregación posible con la finalidad de no cometer sesgos en la estimación que puedan desvirtuar el resultado final motivados por agregaciones sectoriales excesivas. En la tabla 1 se presenta las ramas homogéneas que han sido agregadas para la tabla input-output de País Vasco (TIOPV).

Tabla 1. Ramas homogéneas agregadas en TIOPV

RAMAS HOMOGÉNEAS AGREGADAS	
De 05 a 11	Productos alimenticios; bebidas; tabaco manufacturado
17-18	Productos químicos
20-21	Productos de caucho y plásticos
22-24	Otros productos minerales no metálicos
25-27	Productos de metalurgia y productos metálicos
28-31	Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo
33-34	Equipo eléctrico
35-36	Maquinaria y equipo n.c.o.p.
38-39	Otro material de transporte
40-41	Muebles; otros productos manufacturados

¹ <https://www.ine.es/index.htm>

² <https://www.eustat.eus/indice.html>

43-44	Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado
51-53	Servicios de transporte terrestre, incluso por tubería

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la tabla input-output de España, año 2015, se suprime la rama correspondiente a Servicios de organizaciones y organismos extraterritoriales.

En el proceso de homogeneización, se obtienen finalmente sendas tablas input-output correspondientes a España y País Vasco con 63 ramas homogéneas.

Para la aplicación de la técnica de cocientes de localización se decide utilizar **como** indicador del tamaño regional el valor de la producción de cada una de las ramas homogéneas (Flegg & Tohmo, 2019).

La implementación de la metodología de cocientes de localización de Flegg (Flegg & Webber, 1997) requiere la determinación del parámetro de rectificación δ que determina la intensidad del suavizado aplicado sobre el cociente CILQ. Como en este trabajo se intenta evaluar las diferencias en la estimación a partir de las distintas técnicas de optimización presentadas y no la técnica de cocientes de localización en sí misma, lejos de buscar en el procedimiento aquel valor del parámetro δ que maximice el ajuste sobre la tabla input-output de referencia, se utiliza la recomendación, $\delta = 0.3$ (Flegg et al., 1997; Flegg et al., 2021).

Además, la implementación de la técnica de cocientes de localización FLQ permitirá observar la capacidad de las técnicas evaluadas para ajustar la tabla input-output inicial hasta la tabla input-output consistente final que consideremos como definitiva.

La propuesta planteada para evaluar las distintas técnicas de estimación se realiza bajo el supuesto (compatible con la realidad estadística actual) de que los valores correspondientes a valor añadido, comercio exterior e incluso gasto en consumo final y formación bruta de capital³ son conocidos previamente. De esta forma acotamos el análisis a la precisión en la estimación a la matriz de consumos intermedios. A partir de dicho supuesto se procederá de la siguiente forma:

Obtenida una primera estimación del comercio interregional entre nuestra región de interés, País Vasco y el resto del país, mediante el cálculo del residuo (10) se evalúa tanto la técnica GRAS como la propuesta de optimización de Jahn (2017).

³ Ciertamente los valores correspondientes a Gasto en consumo final, tanto de hogares como de ISFLSH y Administraciones públicas como los correspondientes a Formación bruta de capital fijo y variación de existencias, son valores que en escenarios de no disponibilidad de marco input-output previo son de complicada estimación si bien hemos querido forzar este supuesto para evaluar tanto la capacidad de ajuste sobre las matrices de comercio interindustrial de la tabla birregional como para aproximarnos a la importancia, en términos de precisión en la estimación, de disponer de una adecuada aproximación a los verdaderos valores de tales partidas.

Por otro lado, de forma alternativa se procede a realizar la estimación del comercio interregional mediante el procedimiento detallado por Sargento (2009) con la implementación de la ecuación (24).

La aplicación propuesta en el procedimiento de cocientes de localización ampliado (Jahn, 2017) para obtener una primera estimación de la tabla birregional País Vasco - Resto de España, parte de la estimación del valor añadido por rama de actividad (se obtiene asumiendo la misma ratio con respecto al valor de producción tanto a nivel nacional como regional) y la estimación inicial de la demanda final (medida por la importancia relativa del valor añadido de cada producto regional sobre su correspondiente nacional). Tal proporción rectificará la magnitud correspondiente de la tabla input-output nacional. Es decir, se considera

$$\bar{y}_i^r = y_i \frac{v_i^r}{v_i} \quad (29)$$

Conocida la participación regional sobre el total nacional tanto en exportaciones $ixsh^r$ como en importaciones $imsh^r$, se considera

$$\bar{x}_i^r = x_i \times ixsh^r, \quad (30)$$

$$\bar{m}_i^r = m_i \times imsh^r. \quad (31)$$

En nuestro análisis manteniendo como objetivo la determinación de la matriz de comercio interindustrial birregional entre País Vasco y el resto de España, se asumen conocidas, tal y como ya se ha comentado, el resto de las variables integrantes del modelo input-output. En este caso, en relación al procedimiento GRAS, supone la reducción de la matriz a estimar incorporando nuevos márgenes objetivo que coinciden con los márgenes de la matriz de consumos intermedios previstos. Respecto a la técnica de estimación propuesta por Jahn (2017), se limita tanto la función objetivo de la optimización como las restricciones a lo establecido en el problema (14).

3.1. Bondad del Ajuste sobre los coeficientes técnicos

La tabla 2 muestra los valores de los estadísticos seleccionados bajo el escenario que contempla la estimación exclusivamente de la matriz de consumos intermedios. Se procede a evaluar la capacidad del ajuste sobre la matriz doméstica de dimensión 63x63 y con relación al comercio interregional, se evalúa, por un lado, tanto la matriz 63x63 obtenida para cada combinación de ramas homogéneas como, por otro lado, la agregación de los elementos de dicha matriz a la expresión 1x63 mostrando en una única fila todas las adquisiciones realizadas por cada rama homogénea sin desglosar, que hemos denominado “ROC FILA”.

Cabe destacar cómo la capacidad de estimación del consumo intermedio doméstico es muy superior aplicando la metodología Jahn respecto a la metodología GRAS, independientemente del estadístico considerado.

Tabla 2. Valores obtenidos estadístico WAPE

WAPE	INTERIOR	ROC	Promedio
Jahn	57.5780	91.4076	74.4928
GRAS	72.7769	74.7906	73.7838
Gravity - RAS	93.7844	90.9634	92.3739

Fuente: Elaboración propia

La evaluación del ajuste sobre la matriz interior de consumos intermedios domésticos según la tabla 2 muestra que la precisión de la metodología de optimización propuesta por Jahn es superior al resto.

Al aplicar la metodología de reparto biproporcional a la matriz birregional la compensación o reparto para adecuar los márgenes de forma proporcional, en general, penaliza la precisión de la estimación de consumos intermedios interiores. Como se puede observar, el estadístico mejora más de un 21% según el proceso de optimización propuesto por Jahn en comparación con la metodología GRAS y más de un 30% a la propuesta de RAS gravitacional.

La desventaja observada de la aplicación de metodología biproporcional sobre la matriz interior de consumos intermedios es compensada con una mayor precisión en el caso de evaluación del comercio interregional, bien valorado para cada rama homogénea compradora y vendedora como agregando todas las adquisiciones de cada rama de actividad en una única fila (Tabla 3). Así, la metodología GRAS ofrece un mejor resultado en la estimación cuando evaluamos la matriz $n \times n$ correspondiente a las adquisiciones interregionales según el estadístico WAPE ofreciendo un mejor ajuste del 20,35% con respecto a la optimización Jahn.

Tabla 3. Valores obtenidos estadístico WAPE en la evaluación de la estimación del comercio interregional agregado por ramas homogéneas compradoras.

WAPE	Jahn	GRAS	Gravity - RAS
ROC FILA	48.0049	38.2348	85.6249

De forma subsidiaria se comprueba si los resultados obtenidos a partir de la medición comparativa a partir del WAPE (25) se mantienen con respecto al resto. Debe destacarse que en el caso de la evaluación de la matriz interior, el ajuste obtenido a partir de la implementación de la metodología Jahn sigue siendo superior a los obtenidos mediante las otras metodologías evaluadas.

La evaluación de la matriz de consumos intermedios interregional cambia de sentido con el resto de estadísticos, pasando a ser un 22% más precisa la matriz obtenida a través de la metodología Jahn si la evaluación se realiza a partir del WASE.

Debe hacerse especial mención a la diferencia existente las conclusiones que se obtienen al valorar la matriz de consumos intermedios domésticos, que muestra clara superioridad de la metodología Jahn con la obtenida a partir de la estimación de las adquisiciones intermedias interregionales. En este sentido, entendemos que el valor otorgado al parámetro $\delta = 0.3$ puede ser inadecuado en el caso de la matriz denominada resto del país (ROC).

3.2. Bondad de Ajuste sobre los Multiplicadores

La tabla 4 presenta los valores del estadístico WAPE calculados para los multiplicadores. La evaluación realizada sobre los multiplicadores obtenidos a partir de la aplicación de las metodologías para cada escenario muestra un mejor ajuste de la metodología Jahn respecto a los multiplicadores domésticos, mostrándose un 39% mejor en comparación con la metodología GRAS. Respecto al ajuste sobre los multiplicadores interregionales, muestra su superioridad la metodología GRAS, si bien la diferencia con respecto al valor obtenido con la metodología Jahn es menor que en el caso de los multiplicadores de la matriz intermedia doméstica. Por otro lado, el ajuste aplicando la metodología RAS gravitacional propuesto por Sargento no ofrece en ninguno de los casos superioridad en bondad de ajuste comparado con las otras dos metodologías.

Tabla 4. Valores del estadístico WAPE sobre los Multiplicadores

	INTERIOR	ROC
GRAS	22.7117	6.091
JAHN	13.5095	7.2824
Gravity-RAS	26.1741	9.1695

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Este trabajo analiza de forma comparada la bondad del ajuste en procesos de regionalización de distintas metodologías: una ampliamente generalizada por su precisión comparativa, la metodología GRAS (Junius & Oosterhaven, 2003) la alternativa Gravity-RAS propuesta por Sargento (2009) para la estimación del comercio interregional y otra, novedosa, a partir de la utilización de cocientes de localización ampliados al ámbito interregional que hemos denominado Metodología Jahn (Jahn, 2017).

La implementación de una primera aproximación al comercio interregional a partir del residuo obtenido mediante la aplicación de la metodología FLQ ofrece resultados muy superiores respecto a

la estimación de la matriz de consumos intermedios domésticos, si bien, la elevada precisión, en términos comparativos, obtenida mediante la metodología Jahn en la matriz doméstica de consumos intermedios no se ha mantenido al mismo nivel en el resto de las partidas de la tabla input-output cuando se han tratado de estimar. En general, atendiendo a la capacidad de estimación de los coeficientes de la matriz de consumos intermedios, tanto la metodología Jahn como la metodología GRAS ofrecen resultados muy similares en promedio.

Por otro lado, cuando se trata otra forma de tratar la obtención del comercio interregional, concretamente la metodología Gravity-RAS, distinta de la implementada a partir del residuo (10) el resultado no mejora, por lo que puede concluirse que la técnica de estimación del comercio interregional a partir de la metodología Jahn es superior cuando no se dispone de marco input-output previo que sirva de base para la implementación.

Con relación a la estimación de multiplicadores de Leontief, respecto de la matriz doméstica, la metodología Jahn mantiene clara superioridad respecto de la metodología GRAS y que la alternativa Gravity RAS para la obtención del comercio interregional. Si bien es cierto que en términos de multiplicadores interregionales la técnica GRAS ofrece mejor bondad de ajuste, la diferencia respecto a la metodología Jahn es relativamente pequeña.

Dicho esto, no cabe duda de que la metodología Jahn es una buena metodología y su aplicación en el ámbito de regionalización es del todo recomendable ante situaciones en las que no se dispone de marco input-output previo.

5. Bibliografía

- Arto, I., Rueda-Cantuche, J. M. & Peters, G. P. (2014). Comparing the gtap-mrio and wiod databases for carbon footprint analysis. *Economic Systems Research*, 26(3), 327–353. <https://doi.org/10.1080/09535314.2014.939949>
- Boero, R., Edwards, B. K. & Rivera, M. K. (2018). Regional input-output tables and trade flows: an integrated and interregional non-survey approach. *Regional Studies*, 52(2), 225–238. <https://doi.org/10.1080/00343404.2017.1286009>
- Bonfiglio, A. (2009). On the parameterization of techniques for representing regional economic structures. *Economic Systems Research*, 21(2), 115–127. <https://doi.org/10.1080/09535310902995727>
- Boomsma, P. & Oosterhaven, J. (1992). A double-entry method for the construction of bi-regional input-output tables. *Journal of Regional Science*, 32(3), 269–284. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1992.tb00186.x>
- Dietzenbacher, E. & Miller, R. E. (2009). Ras-ing the transactions or the coefficients: It makes no difference. *Journal of Regional Science*, 49(3), 555–566. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2008.00598.x>
- Flegg, A. T., Webber, C. D. & Elliott, M. V. (1995). On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input—Output Tables. *Regional Studies*, 29(6), 547–561. <https://doi.org/10.1080/00343409512331349173>
- Flegg, A. T. & Webber, C. D. (1997). On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables: Reply. *Regional Studies*, 31(8), 795–805.

<https://doi.org/10.1080/713693401>

- Flegg, A. T. & Tohmo, T. (2013). Regional Input-Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland. *Regional Studies*, 47(5), 703–721.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2011.592138>
- Flegg, A. T. & Tohmo, T. (2019). The regionalization of national input-output tables: A study of South Korean regions. *Papers in Regional Science*, 98(2), 601–620.
<https://doi.org/10.1111/pirs.12364>
- Flegg, A. T. & Webber, C. D. (1997). On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables: reply. *Regional Studies*.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713693401>
- Flegg, A. T. & Webber, C. D. (2000). Regional size, regional specialization and the FLQ formula. *Regional Studies*, 34(6), 563–569. <https://doi.org/10.1080/00343400050085675>
- Flegg, A. T., Webber, C. D. & Elliott, M. V. (1997). On the appropriate use of location quotients in generating regional input–output tables. *Regional Studies*, 31(8), 795–805.
<https://rsa.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00343409512331349173>
- Flegg, A. T., Huang, Y. & Tohmo, T. (2014). *Cross-hauling and regional input-output tables: the case of the province of Hubei, China* (No. 1310; Economics Working Paper Series).
- Flegg, A. T., Lamonica, G. R., Chelli, F. M., Recchioni, M. C. & Tohmo, T. (2021). A new approach to modelling the input – output structure of regional economies using non - survey methods. In *Journal of Economic Structures*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1186/s40008-021-00242-8>
- Flegg, A. T., Mastronardi, L. J. & Romero, C. A. (2014). *Empirical evidence on the use of the FLQ formula for regionalizing national input-output tables: The case of the Province of Córdoba, Argentina* Economics Working Paper Series Empirical Evidence on the Use of the FLQ Formula for Regionalizing National Input.
- Flegg, A. T. & Tohmo, T. (2019). The regionalization of national input-output tables: A study of South Korean regions: Papers and Proceedings. *Papers in Regional Science*, 98(2), 601–620.
<https://doi.org/10.1111/pirs.12364>
- Fournier, J. G. (2020). On the accuracy of gravity-RAS approaches used for inter-regional trade estimation: evidence using the 2005 inter-regional input–output table of Japan. *Economic Systems Research*, 5314(4), 521–539. <https://doi.org/10.1080/09535314.2020.1753662>
- Greaney, T. M. & Kiyota, K. (2020). *The Gravity Model and Trade in Intermediate Inputs* (Issue January).
- Gunluk-Senesen, G. & Bates, J. M. (1988). Some Experiments with Methods of Adjusting Unbalanced Data Matrices. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, 151(3), 473. <https://doi.org/10.2307/2982995>
- Hermannsson, K. (2016). Beyond Intermediates: The Role of Consumption and Commuting in the Construction of Local Input–Output Tables. *Spatial Economic Analysis*, 11(3), 315–339.
<https://doi.org/10.1080/17421772.2016.1177194>
- Holt, J. (2017). *Approaches to estimating regional input-output tables June 2017* (Issue June).
- Isard, W. (1951). Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy. *The Review of Economics and Statistics*. <https://www.jstor.org/stable/1926459>
- Isard, W. (1960). *Methods of Regional Analysis: an Introduction to Regional Science*. The Technology Press of MIT and John Wiley and Sons.
- Isard, W., Azis, I. J., Drennan, M. P., Miller, R. E., Saltzman, S. & Thorbecke, E. (2017). Methods of Interregional and Regional Analysis. In *Methods of Interregional and Regional Analysis*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315249056>
- Jackson, R. W. & Murray, A. T. (2004). Alternative input-output matrix updating formulations. *Economic Systems Research*, 16(2), 135–148. <https://doi.org/10.1080/0953531042000219268>
- Jahn, M. (2017). Extending the FLQ formula: a location quotient-based interregional input–output framework. *Regional Studies*, 51(10), 1518–1529.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1198471>

- Jahn, M., Flegg, A. T. & Tohmo, T. (2020). Testing and implementing a new approach to estimating interregional output multipliers using input–output data for South Korean regions. *Spatial Economic Analysis*, 1772(2), 165–185.
<https://doi.org/10.1080/17421772.2020.1720918>
- Junius, T. & Oosterhaven, J. (2003). The solution of updating or regionalizing a matrix with both positive and negative entries. *Economic Systems Research*, 15(1), 87–96.
<https://doi.org/10.1080/0953531032000056954>
- Kowalewski, J. (2015). Regionalization of National Input–Output Tables: Empirical Evidence on the Use of the FLQ Formula. *Regional Studies*, 49(2), 240–250.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2013.766318>
- Kratena, K., Streicher, G., Temurshoev, U., Amores, A. F., Arto, I., Mongelli, I., Neuwahl, F., Rueda-Cantuche, J. M. & Andreoni, V. (2013). FIDELIO 1: Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output Model for the EU27. In *JRC Scientific and Policy Reports*. <https://doi.org/10.2791/17619>
- Krebs, O. (2020). RIOTs in Germany - Constructing an interregional input-output table for Germany. In *papers.ssrn.com*. <https://doi.org/10.15496/publikation-40407>
- Lamonica, G. R. & Chelli, F. M. (2018). The performance of non-survey techniques for constructing sub-territorial input-output tables. *Papers in Regional Science*, 97(4), 1169–1202.
<https://doi.org/10.1111/pirs.12297>
- Lampiris, G., Karelakis, C. & Loizou, E. (2019). Comparison of non-survey techniques for constructing regional input–output tables. *Annals of Operations Research*, 294(1–2), 225–266.
<https://doi.org/10.1007/s10479-019-03337-5>
- Lenzen, M., Gallego, B. & Wood, R. (2009). Matrix balancing under conflicting information. *Economic Systems Research*, 21(1), 23–44. <https://doi.org/10.1080/09535310802688661>
- Mastronardi, L. J. & Romero, C. A. (2012). *A non-survey estimation for regional input-output tables. An application for Buenos Aires City*. <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/37006/>
- McCann, P. & Dewhurst, J. H. . (1998). Regional size, industrial location and input-output expenditure coefficients. In *Regional Studies* (Vol. 32, Issue 5).
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-Output Analysis Foundations and Extensions Second Edition*.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=viHaAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR24&dq=location+quotient+input+output&ots=grBketkUaV&sig=Hm7oeCN4HiqUTtPq58BtTz9dWZI>
- Mínguez, R., Oosterhaven, J. & Escobedo, F. (2009). Cell-corrected RAS method (CRAS) for updating or regionalizing an input-output matrix. *Journal of Regional Science*, 49(2), 329–348.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2008.00594.x>
- Oosterhaven, J., Piek, G. & Stelder, D. (1986). Theory and practice of updating regional versus interregional interindustry tables. *Papers in Regional Science*, 59(1), 57–72.
<https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1986.tb00982.x>
- Pereira López, X., Carrascal Incera, A. & Fernández Fernández, M. (2013). Advances in updating input-output tables: its relevance for the analysis of regional economies. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 33(2º Cuatrimestre), 12.
- Ramos, M. C. (1998). *Estimación Indirecta de Coeficientes Input-Output* (153/98).
- Riddington, G., Gibson, H. & Anderson, J. (2006). Comparison of gravity model, survey and location quotient-based local area tables and multipliers. *Regional Studies*, 40(9), 1069–1081.
<https://doi.org/10.1080/00343400601047374>
- Round, J. I. (1983). Nonsurvey Techniques: A Critical Review of the Theory and the Evidence. *International Regional Science Review*, 8(3), 189–212.
<https://doi.org/10.1177/016001768300800302>
- Sargento, A. L.M. (2009). *Regional input-output tables and models Interregional trade estimation and input-output modelling based on total use rectangular tables*. Universidade de Coimbra.
- Sargento, A. L.M., Ramos, P. N. & Hewings, G. J. D. (2012). Inter-regional trade flow estimation through non-survey models: An empirical assessment. *Economic Systems Research*, 24(2),

173–193. <https://doi.org/10.1080/09535314.2011.574609>

- Sargento, A. L. M. (2007). Empirical examination of the gravity model in two different contexts: Estimation and explanation. *Jahrbuch Fur Regionalwissenschaft*, 27(2), 103–127. <https://doi.org/10.1007/s10037-007-0013-8>
- Schaffer, W. A. & Chu, K. (1969). Nonsurvey techniques for constructing regional interindustry models. *Papers of the Regional Science Association*, 23(1), 83–101. <https://doi.org/10.1007/BF01941876>
- Stone, R. (1961). Input-Output and National Accounts. Paris. *Organization for Economic Cooperation and Development*.
- Temursho, U., Oosterhaven, J., Cardenete, M. A. & Cardenete, M. A. (2019). *A multiregional generalized RAS updating technique A multi-regional generalized RAS updating technique **. www.IOpedia.eu
- Temurshoev, U., Miller, R. E. & Bouwmeester, M. C. (2013). A NOTE ON THE GRAS METHOD. *Economic Systems Research*, 25(3), 361–367. <https://doi.org/10.1080/09535314.2012.746645>
- Temurshoev, U. & Timmer, M. P. (2010). *Joint Estimation of Supply and Use Tables Joint Estimation of Supply and Use Tables ** (GD-116). www.wiod.org.
- Temurshoev, U. & Timmer, M. P. (2011). Joint estimation of supply and use tables. *Papers in Regional Science*, 90(4), 863–882. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2010.00345.x>
- Thissen, M., Di Comite, F., Kancs, A. & Potters, L. (2014). *Modelling Inter-Regional Trade Flows Data and Methodological Issues in RHOMOLO Working Papers A series of short papers on regional research and indicators produced by the Directorate-General for Regional Policy*. <https://doi.org/10.2776/871154>
- Többen, J. & Kronenberg, T. H. (2015). Construction of multi-regional input–output tables using the charm method. *Economic Systems Research*, 27(4), 487–507. <https://doi.org/10.1080/09535314.2015.1091765>
- Valderas-Jaramillo, J. M., Rueda-Cantuche, J. M., Olmedo, E. & Beutel, J. (2018). Projecting supply and use tables: new variants and fair comparisons. *Economic Systems Research*. <https://doi.org/10.1080/09535314.2018.1545221>
- Valderas Jaramillo, J. M. (2015). *Actualización de marcos input-output a través de métodos de proyección. Estudio, aplicación y evaluación empírica en tablas de origen y de destino a precios básicos de varios países de la Unión Europea*. Universidad de Sevilla.
- Wang, Z. & Canning, P. (2004). *A Flexible Modeling Framework to Estimate Interregional Trade Patterns and Input-Output Accounts*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3359>
- Yamada, M. (2015). Construction of a multi-regional input-output table for Nagoya metropolitan area, Japan. *Journal of Economic Structures*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40008-015-0022-7>
- Zhao, X. & Choi, S. G. (2015). On the regionalization of input–output tables with an industry-specific location quotient. *Annals of Regional Science*, 54(3), 901–926. <https://doi.org/10.1007/s00168-015-0693-x>