

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE COEFICIENTES TÉCNICOS DE LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO, PARA UNA ECONOMÍA NACIONAL DE 111*111, AÑO 2010

SENSITIVITY ANALYSIS OF TECHNICIANS OF THE MATRIX COEFFICIENTS INPUT PRODUCT, FOR A NATIONAL ECONOMY OF 111 * 111, YEAR 2010

Oswaldo Pino Arriagada

Doctor en Economía
Académico del Departamento de Economía y Finanzas,
Facultad de Cs. Empresariales, Universidad del Bío-Bío,
Concepción, Chile

Carmen Barriga Castro

Licenciada en Cs. Empresariales,
Ingeniero Comercial,
Universidad del Bío-Bío,
Concepción, Chile

Resumen

Este estudio identifica los coeficientes técnicos de una Matriz Input-Output Nacional de 111 sectores, cuyas variaciones relativas provoca un mayor impacto en términos de producción total de las ramas de actividad. Inicialmente, de acuerdo a sus coeficientes, las ramas de actividad se clasifican en "Muy Importantes"; "Bastante Importantes"; "Poco Importantes"; y "No Importantes". Se concluye la existencia de una reducida cantidad de coeficientes eficientes que permitan mayores impactos a través del mínimo esfuerzo. Contrariamente, que los coeficientes "no importantes" abarcan el 93% del tejido económico, lo que refleja la necesidad de altos niveles de inversión para lograr impactos significativos. Finalmente, se estableció que las actividades con mayor concentración de coeficientes importantes, tanto en filas como columnas son: Cultivos anuales (cereales y otros) y forrajeras; Silvicultura y extracción de madera; Minería del cobre; Elaboración y conservación de carne; Fabricación de hormigón y otros productos minerales; Generación de electricidad; Suministro de gas y vapor; Construcción de obras de ingeniería civil; Comercio mayorista; Comercio minorista; y Transporte de carga por carretera.

Palabras claves: Sensibilidad de coeficientes técnicos, input-output.

Clasificación JEL: D57, R15.

Abstract

This study identifies the technical coefficients of a National Input-Output Matrix of 111 sectors, whose relative variations cause a greater impact in terms of total production of the branches of activity. Initially, according to their coefficients, the branches of activity are classified as "Very Important"; "Quite Important"; "Little Important"; And "Not Important". It concludes the existence of a reduced number of efficient coefficients that allow greater impacts through the minimum effort. Conversely, "non-significant" ratios cover 93% of the economic fabric, reflecting the need for high levels of investment to achieve significant impacts. Finally, it was established that the activities with the highest concentration of important coefficients, both in rows and columns are: Annual crops (cereals and others) and fodder; Forestry and wood extraction; Copper mining; Processing and preservation of meat; Manufacture of concrete and other mineral products; Generation of electricity; Gas and steam supply; Construction of civil engineering works; Wholesale trade; Retail trade; And Freight transport by road.

Keywords: Sensitivity of technical coefficients, input-output.

JEL Classification: D57, R15.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de ésta investigación es el análisis de sensibilidad de los coeficientes técnicos de la MIP nacional del año 2010, bajo el enfoque de Schintke, J. & Stäglin, porque además de ser poco abordado en la literatura chilena, supera las restricciones de agregación que suponen enfoques como los modelos de multiplicadores y encadenamientos de Chenery Watanave (1958), Hirshman (1958), y Rasmussen, entre otros.

Una de las motivaciones de elaboración de este artículo es proporcionar una herramienta y base estadística complementaria y necesaria para la construcción de modelos que sirvan para realizar análisis de políticas. Para estos fines, a partir de la matriz de coeficientes técnicos A, se identificarán aquellos coeficientes cuyos cambios dan lugar a importantes alteraciones en la matriz de Leontief B, es decir, identificar con mayor precisión aquellas actividades que requieren del mínimo esfuerzo para generar impactos significativos sobre el sistema de actividades productivas.

Mediante la algoritmia del modelo de Schintke y Stäglin, se obtiene una matriz de r_{ij} , a partir de la cual se clasifican los coeficientes en “Muy Importantes”, “Bastante Importantes”, “Poco Importantes”, y “No Importantes”; mediante los siguientes parámetros: $r_{ij} < 0.10$; $0.1 \leq r_{ij} < 0.5$; $0.5 \leq r_{ij} < 1$; $0.5 \leq r_{ij} < 1$, respectivamente.

La información estadística utilizada proviene de los resultados de la compilación de seguimiento de la CdeR 2008 para el año 2010, elaborado por el Banco Central de Chile.

El artículo se estructura de la siguiente forma: seguida de la introducción, en una primera parte, titulada “Discusión Bibliográfica y Metodológica”, en ella se realiza una descripción del estado del arte, de los algoritmos de Schintke y Stäglin, y los criterios de clasificación de coeficientes técnicos. En una tercera parte, titulada “Resultados” se expone un conjunto de tablas comentadas que ilustran y permiten elucidar las principales conclusiones que podemos extraer de este trabajo sobre la economía nacional año 2010 y de tamaño 111*111. Finalmente, un apartado de “Conclusiones y Sugerencias”, donde se sintetiza los principales hallazgos del estudio.

2. DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA Y METODOLÓGICA

En cualquier proceso de modelización, el análisis estructural es un requisito previo a las tareas de predicción y simulación de alternativas de futuro. Los principales enfoques del análisis estructural son el cálculo de multiplicadores, los estudios de sensibilidad y análisis causal.

En Chile, si bien, el análisis de sensibilidad se localiza en trabajos de investigadores tales como Soza, S., Pino, O., Parra, J., en otras áreas tanto o más importantes, como: análisis de multiplicadores; de encadenamientos; empleo; matrices de contabilidad social; y análisis comparado de métodos, destacan los siguientes autores: Aroca, Reyes, Venegas, Aceituno, Mardones, Parra, Pino, Soza, O’ryan, entre otros.

En la literatura mundial, en el marco del análisis de sensibilidad de los coeficientes técnicos, destacan múltiples técnicas y aplicaciones: Sherman y Morrison (1950); Evans (1954), calcula el error en los elementos de la matriz inversa de Leontief de un cambio, bien en un elemento de la matriz de coeficientes técnicos, bien en toda una fila de coeficientes; Jilek (1971), calcula los límites de variación tolerables de los coeficientes, entendidos como aquellos que provocan cambios en la producción del sector comprador en más de un porcentaje crítico establecido; Jensen y West (1980), identifica los cambios producidos en la matriz inversa de Leontief y en la suma por columnas de ésta (multiplicadores de demanda) motivados por múltiples cambios en los elementos de la matriz de coeficientes técnicos. Estos cambios producen un efecto sinérgico que hace que el efecto total sobre los multiplicadores no sólo la suma de los efectos de cambios individuales en los coeficientes; Schintke y Stäglin (1988), identifican los coeficientes cuyas variaciones relativas provocan una mayor desviación en términos de producción total de las ramas de actividad; Hewings y Sonis (1989-1992), desarrollan la generalización del análisis de sensibilidad mediante el concepto de “campo de influencia” en la medición de los efectos

de los cambios en los coeficientes técnicos de producción sobre los componentes de la inversa de Leontief; Songlin y Gould (1991), miden la influencia de los cambios en los coeficientes técnicos (matriz A) sobre la matriz inversa de Leontief (Matriz B) y sobre el vector output (x) mediante los conceptos de multiplicador potencial y output potencial; Casseti (1995), estudia el grado de representatividad, en donde, para n determinado α (porcentaje del poder multiplicador captado por la matriz con K coeficientes técnicos, respecto al poder multiplicador de la matriz original de coeficientes) se identifican los coeficientes mínimos necesarios para recoger dicho porcentaje del total de relaciones inherentes a los multiplicadores de demanda de la TIO; Siebe (1996), estudió las desviaciones Relativas de la Producción Sectorial. Para un determinado coeficiente, se proponen dos medidas de importancia; el cálculo del error máximo provocado en la producción de un sector; o bien la suma de los errores provocados en las producciones sectoriales de todos los sectores. Una metodología utilizada por Viet, V. (1980), consiste en modificar un elemento por vez de la matriz de coeficientes A, y determinar el efecto de éste sobre la matriz de Leontief B. Los elementos de la nueva inversa, se calculan en términos de la inversa original, pudiendo así, determinar aquellos elementos de A, cuyos cambios dan lugar a grandes alteraciones de B. La importancia del elemento a_{ij} , se determina contabilizando el número de elementos de B, para los cuales a_{ij} produce una alteración porcentual de cierta magnitud (predefinida), respecto de la situación original. Sin embargo, al ser cifras relativas respecto a la producción de cada sector, no queda de manifiesto la influencia que pueden tener sobre los niveles de la economía.

La Sociedad Hispanoamericana de Análisis Input-Output (SHAIO) se constituye formalmente en 2007 con la intención de contribuir a la promoción, difusión e investigación del análisis input-output y de otros temas científico-económicos relacionados, así como desarrollar proyectos científicos destinados al desarrollo y aplicación de estas técnicas de análisis económico, destacando autores como Ramos, C., Rueda, JM., Serrano, M., Cardenete, M., Amores, A., entre otros.

En Chile, la literatura no presenta estudios significativos que aborden la importancia de los coeficientes técnicos de una matriz insumo producto. Destaca la aplicación del modelo de Schintke y Stäglin para la economía magallánica de Soza, S (2009).

En este contexto, nuestra propuesta de clasificar los coeficientes técnicos de acuerdo a la metodología de Schintke y Stäglin (1988) y hacer un análisis de la relevancia de las actividades económicas en la estructura productiva nacional, es la mayor contribución de ésta investigación, pues se configura como recomendación adicional para los tomadores de decisiones en materia políticas públicas y privadas.

Adentrándonos ya en el campo del análisis de *Sensibilidad de Coeficientes*, abordaremos el estudio de la importancia relativa de los coeficientes técnicos para prever las consecuencias que cambios en los mismos pueden tener sobre un sector o grupo de sectores.

La matriz inversa de Leontief es básica para identificar los coeficientes técnicos más importantes. Es decir, un coeficiente cuya variación mínima provoque, por medio del recálculo de la matriz inversa de Leontief, cambios profundos en la producción de ramas de actividad, deberá considerarse importante y su localización constituirá una característica básica de la economía que representa.

Trabajaremos sobre la MIP 2010 de 111*111 sectores. La información estadística que fundamenta las conclusiones de ésta investigación proviene de los resultados de la Compilación de Seguimiento de las Cuentas Nacional para el año 2010 elaborado por el Banco Central de Chile. La ventaja de trabajar con matrices de gran tamaño, es que el análisis de sensibilidad puede ser utilizado como una fuente para la definición de políticas sectoriales, ya que permite, no sólo identificar aquellos componentes específicos del sector (es), sino que además dan lugar a modificaciones significativas de la malla intersectorial.

De ésta manera, inicialmente se presenta el algoritmo; seguido de un modelo simplificado que explica el procedimiento de este estudio, para finalmente mostrar la clasificación de la matriz de r_{ij} obtenidos.

2.1. Planteamiento del Modelo de Schintke y Stäglin (1988)

Siguiendo a Schintke y Stäglin (1988), y Sebald (1974), se trata de determinar los elementos de coeficientes técnicos **A**, cuyos cambios dan lugar a importantes alteraciones de la matriz de Leontief **B**. La importancia del elemento a_{ij} produce una alteración porcentual de cierta magnitud (predefinida), respecto de la situación original. Algo similar se puede hacer también con el vector de producción doméstica, es decir, determinando los elementos a_{ij} para los cuales su alteración da lugar a una significativa variación de la producción.

Con **p** expresado en tanto por ciento:

$$\omega_{ij}(p) = a_{ij} \left(\frac{b_{ji}}{100} p + \max_k b_{ki} \frac{x_j}{x_k} \right) = a_{ij} \left(\frac{b_{ji}}{100} p + b_{ii} \frac{x_j}{x_i} \right) \quad (1)$$

Donde:

ω_{ij} = grado de importancia del coeficiente a_{ij}

p = porcentaje máximo de variación absoluta que provocará sobre la producción de cualquier sector x_j

x_{ij} = compras intermedias de la rama j a la rama i .

a_{ij} = coeficiente técnico definido como x_{ij}/x_j .

α_j = elemento de la matriz inversa $(I - A)^{-1}$

w_j = producción efectiva del sector j .

Según Schintke y Stäglin (1988), Pulido (1993), la importancia de un coeficiente va a depender de la tasa de variación máxima **p** que provoca en la producción de cualquier sector. Si ω_{ij} es ese peso o importancia relativa del coeficiente, se puede calcular:

$$r_{ij} = \frac{p}{\omega_{ij}(p)} = \frac{p}{a_{ij} \left(p \frac{b_{ji}}{100} + b_{ii} \frac{x_j}{x_i} \right)} \quad (2)$$

Donde

a_{ij} : Elemento de la matriz **A** de coeficiente técnico,

b_{ji} : Elemento de la traspuesta de la matriz de Leontief **B**,

b_{ii} : Elemento de la diagonal de la matriz **B**,

X_j, X_i : vectores de producción efectiva por fila y columna de las respectivas ramas consideradas.

$$\sum_j a_{ij} + Demanda Final_i = X_i \quad (3)$$

$$\sum_i a_{ij} + Valor Agregado_j = X_j$$

Es decir, los coeficientes a_{ij} más importantes son los que tienen un límite de variación r_{ij} reducido. Ahora, si suponemos una variación de, por ejemplo, el 1% en la producción ($p=0.01$), la tasa de variación del coeficiente técnico vendrá dada por:

$$r_{ij} = \frac{0.01}{a_{ij} \left(0.01 * b_{ji} + b_{ii} * \frac{X_j}{X_i} \right)} \quad (4)$$

Entonces, para $p = 0.01$, cuando más importante sea el coeficiente técnico, menor deberá ser el valor de r_{ij} , al indicar la variación máxima que puede tener el coeficiente a_{ij} a partir de la cual se altera la producción del sector i en más de un 1%.

Conocidos los valores de r_{ij} , la literatura establece como criterio de clasificación de los coeficientes, los siguientes intervalos:

Cuadro N°1: Clasificación de Coeficientes.

Coeficientes Muy Importantes	$r_{ij} < 0.10$
Coeficientes Bastante Importantes	$0.1 \leq r_{ij} < 0.5$
Coeficientes Poco Importantes	$0.5 \leq r_{ij} < 1$
Coeficientes No Importantes	$r_{ij} \geq 1$

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de esta clasificación, se constata, en general, y particularmente para una matriz de gran tamaño, que los $r_{ij} < 0.10$ serán una gran cantidad, independiente de su peso específico sobre la totalidad de la matriz. Considerando que el r_{ij} representa el nivel de esfuerzo que se debe imprimir en el a_{ij} , la prioridad estará dada por aquellos r_{ij} más pequeños.

Si el objetivo es determinar, bajo el enfoque de Schintke y Stäglin (1988), aquellas “**Ramas de Actividad Importantes**”, Lopez y Pulido (1993) y Soza (2009), proponen que una rama se considerará importante – ceterisparibus – de acuerdo al número de coeficientes r_{ij} que presenten tanto en columnas como filas. Si una rama tiene muchos coeficientes importantes en columnas, indicará lo relevante que son sus etapas productivas para la demanda de output de otros sectores. Por lo tanto, su importancia se asocia a las modificaciones tecnológicas del proceso de producción de las distintas ramas. Por el contrario, un alto número de coeficientes importantes en fila, será señal de la relevancia que tienen los productos de esta actividad para el progreso de otras; en este caso, su importancia se asociará a mejoras e innovaciones que se den en la producción.

Esta mirada, de clasificar las actividades según su magnitud de importancia mediante el uso del enfoque de Schintke y Stäglin (1988), creemos que a lo menos induce a confusiones, dado que nos podría llevar a pensar en encadenamientos y multiplicadores, enfoques desarrollados por Rassmusen, Chernery, Watanave, y otros.

Entendemos la importancia de los a_{ij} de la siguiente manera: *habiendo definido, mediante alguna otra técnica, el sector o ramas a intervenir, entonces, los a_{ij} más importantes que representan el mínimo esfuerzo para lograr el máximo impacto, serán los sugeridos para intervenir tanto en la función de producción como en la demanda de dicho sector.*

3. RESULTADOS

Evaluado un universo de 12.321 coeficientes técnicos, se determina (Tabla N°1) que los r_{ij} muy importantes son 105, y representan sólo el 0.85% de la economía en estudio; los r_{ij} bastante importante son 381 (3.1%); r_{ij} poco importantes son 332 (2.7%); y r_{ij} no importantes representan el 93% de dicha economía.

Tabla N°1: Clasificación de Coeficientes a_{ij} y número de actividades, según categoría de importancia

Categoría	Criterio de r_{ij}	Numero de Coeficientes	%
Coeficientes a_{ij} muy importantes	$r_{ij} < 0.10$	105	0.85%
Coeficientes a_{ij} bastante importante	$0.1 \leq r_{ij} < 0.5$	381	3.1%
Coeficientes a_{ij} poco importantes	$0.5 \leq r_{ij} < 1$	332	2.7%
Coeficientes a_{ij} no importantes	$r_{ij} \geq 1$	11.503	93%

Fuente: Elaboración Propia

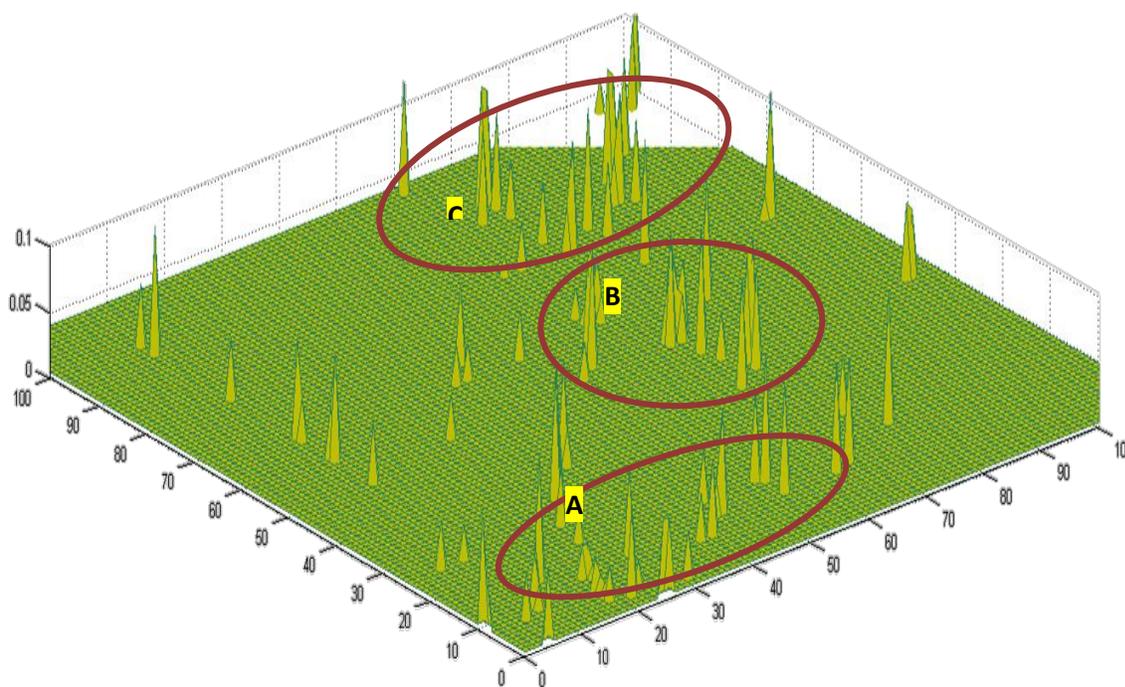
Al observar estos resultados (Tabla N°1), llama la atención que, considerando que los $r_{ij} < 0.10$, en términos relativos representan menos del 1%, en términos absolutos son una gran cantidad, 105 para una matriz nacional de tamaño 111*111. Contrariamente, vemos que el 93% de las relaciones intersectoriales presenta coeficientes "No Importantes", esto quiere decir que la mayor parte de la economía se caracteriza por requerir modificaciones por sobre el 100% para producir un impacto igual al 1% en la matriz de coeficientes técnicos.

Como se señala en la Figura N°1, se aprecia una asimetría en la distribución de los coeficientes muy importantes. Podemos distinguir 3 concentraciones importantes (A, B Y C) de coeficientes altamente sensibles.

La primera concentración (A) importante destaca en el sector de Materias Primas, entre ellas, las actividades de Silvicultura y extracción de madera (10); Pesca extractiva (12); Minería del cobre (15); Minería de otros metalíferos no ferrosos (17), entre otras.

Luego, podemos observar (Figura N°1) una segunda concentración (B), que corresponde principalmente al Sector de Industrias Manufactureras. Aquí destacan actividades como Elaboración de vinos (31); Fabricación de celulosa (41); Elaboración de combustibles (45), entre otras.

Figura N°1: Localización de Coeficientes Muy Importantes



Fuente: Elaboración Propia

Por último, destaca una fuerte tercerización de la economía, representada por la concentración de coeficientes C. En las últimas décadas, las actividades y empresas de servicios han venido creciendo hasta convertirse en un importante sector económico. En esta concentración destacan Transporte de carga por carretera (82); Actividades de almacenamiento, depósito y agencias de transporte (87); Telefonía móvil (89), entre otras.

Obtenidos y analizados los resultados, se procede a identificar las ramas de actividad con alta concentración de coeficientes muy importantes, tanto en filas como columnas¹³. De acuerdo a lo anterior, se detectó que las ramas de mayor concentración de coeficientes más importantes de Chile son 11¹⁴, siendo, de ésta, las más sensibles, las ramas 15 y 65, con 10 (1 en fila, 9 en columna) y 8 (3 en fila y 5 en columna) Coeficientes Muy Importantes, respectivamente. En la Figura N°2, se aprecia su distribución.

¹³ Recuento de las 111 actividades en anexo N°2

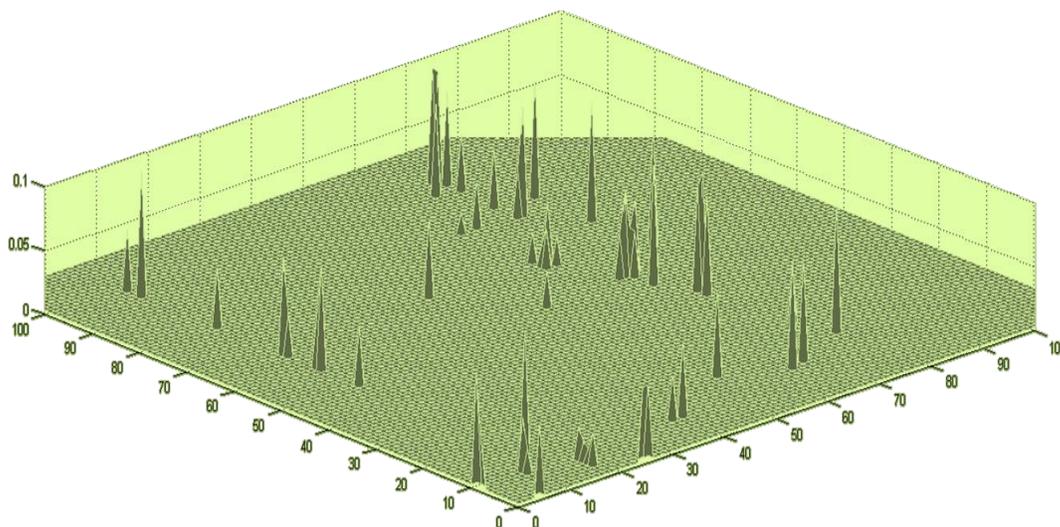
¹⁴ Se estableció como parámetro, aquellas ramas cuya suma de coeficientes en filas y columnas sea mayor o igual a 5.

Tabla N°2: Actividades con mayor concentración de Coeficientes Más Importantes.

	Rama	N° de Coeficientes		Total
		Fila	Columna	
1	Cultivos anuales (cereales y otros) y forrajeras	3	2	5
10	Silvicultura y extracción de madera	4	2	6
15	Minería del cobre	1	9	10
19	Elaboración y conservación de carne	1	4	5
55	Fabricación de hormigón y otros productos minerales	4	2	6
65	Generación de electricidad	3	5	8
68	Suministro de gas y vapor	3	3	6
72	Construcción de obras de ingeniería civil	0	5	5
75	Comercio mayorista	0	5	5
76	Comercio minorista	0	6	6
82	Transporte de carga por carretera	2	3	5

Fuente: Elaboración Propia

Figura N°2: Localización de Coeficientes Muy Importantes de las Actividades con mayor concentración de Coeficientes Más Importantes (Tabla N°2).



Fuente: Elaboración Propia

Al comparar filas y columnas (Tabla N°2), se aprecia una concentración de los coeficientes importantes principalmente en columnas, por lo tanto, podemos deducir que existen mayores

alternativas para intervenir la función de producción de dichos sectores. En éste contexto, destacan 2 actividades: **(15) Minería del Cobre;** y **(65) Generación de Electricidad.**

A continuación se describen los elementos de la función de producción que se deben intervenir en ambos sectores en la lógica del mínimo esfuerzo.

- **Minería del Cobre:** actividad predominante dentro de la agrupación “Minería” con un aporte al VA=16.21% y VBP=12.56%. Entre los insumos para la minería, que presentan coeficientes \bar{r}_{ij} inferiores al promedio, es decir, $\bar{r}_{ij} < 0.0554$, destacan **(65) Generación de Electricidad** – insumo fundamental para las plantas de tratamiento y refinación del mineral -, **(50) Fabricación de otros productos químicos** –como el ácido sulfúrico utilizado en el proceso de refinación- , **(59) Fabricación de Maquinaria y Equipo de uso Industrial y Doméstico,** **(80) Transporte Ferroviario,** **(99) Actividades de Arquitectura, Ingeniería y Científicas.**

- **Generación de Electricidad:** con una contribución al VA y VBP 1,39% y 2,32%, respectivamente, los insumos que presentan coeficientes \bar{r}_{ij} inferiores al promedio, es decir, $\bar{r}_{ij} < 0.0554$ destacan: **(65) Generación de Electricidad;****(66) Transmisión de Electricidad,** **(68) Suministro de gas y vapor y (83) Transporte por tuberías (gasoductos y oleoductos).**

3.1. Caracterización de las actividades Muy Importantes, según su contribución al Valor Agregado y al Valor Bruto de la Producción.

Generalmente los criterios de asignación de recursos (de políticas), representan la importancia de la contribución sectorial al Valor Agregado y al Valor Bruto de la Producción. Es por ello que a continuación, de manera exploratoria, se analizan las actividades con mayor concentración de Coeficientes Muy Importantes, según su contribución a éstos dos importantes agregados macroeconómicos.

Inicialmente, para las 111 actividades se presenta la contribución porcentual de Valor Agregado (V.A) y Valor Bruto de la Producción (V.B.P), posteriormente se estima un promedio de contribución porcentual para todas las actividades ($\bar{x} = 0.90\%$), para los respectivos agregados macroeconómicos, con el objetivo de identificar aquellas actividades que están por sobre el promedio de manera de explorar la hipótesis “**Existe una relación directa entre las actividades con mayor concentración de coeficientes muy importantes y su contribución al Valor Agregado y al Valor Bruto de la Producción**”.

Tabla N° 3: Resumen Contribución (%) a V.A y V.B.P¹⁵

	Cantidad de Actividades	Valor Agregado	VBP
N° de actividades por sobre el promedio = 0.90%	27	75.39%	64.41%
N° de actividades con mayor concentración de Coeficientes Muy Importantes	11	31.32%	31.35%
N° de actividades con mayor concentración de Coeficientes Muy Importantes por sobre el promedio $x = 0.90\%$	6	29.71%	28.21%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N°3 vemos que, calculado el promedio de contribución al Valor Agregado (V.A) y Valor Bruto de la Producción (VBP) de los 111 sectores, hay 27 actividades cuya contribución al V.A y V.B.P están sobre el promedio.

¹⁵ Recuento de las 111 actividades. Ver Anexo N°3 para mayor detalle

En relación a aquellas 27 actividades que están por sobre la media, sólo 6 de ellas se caracterizan por una alta concentración de Coeficientes Muy Importantes, sin embargo, resalta su alta contribución al total del Valor Agregado (29.7%) y Valor Bruto de la Producción (28,2%).

Considerando que, de las 11 actividades con mayor concentración de Coeficientes Muy Importantes, tan sólo el 55% (6 actividades) contribuyen al V.A y V.B.P por sobre el promedio nacional, la hipótesis formulada anteriormente no se puede rechazar o aceptar debido a que la información que proporcionan los resultados obtenidos no es suficiente.

4. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Como resultado del estudio, se dispone de una Matriz de Coeficientes $[r_{ij}]$ que representa el nivel de esfuerzo que se requiere para lograr impactos del 1% en la matriz de coeficientes directos, obteniendo así matrices de coeficientes “Muy Importantes”; “Bastante Importantes”; “Poco Importantes”; y “No Importantes”.

Analizado un universo de 12.321 coeficientes técnicos, los primeros resultados mostraron que el tejido económico se caracteriza principalmente por una fuerte presencia de coeficientes “No Importantes” (93%), quedando solo un 7% para distribuirse en las otras 3 categorías, siendo los “Muy Importantes” los más reducidos, con un 0.85% de participación (105 coeficientes localizados). Es decir, la estructura económica se caracteriza por una reducida cantidad de coeficientes eficientes que permitan mayores impactos a través del mínimo esfuerzo. Contrariamente, vemos que la presencia de coeficientes “no importantes” abarca el 93% del tejido económico, lo que refleja la gran necesidad de altos niveles de inversión para lograr impactos significativos.

De la matriz de coeficientes “Muy Importantes”, llama la atención la asimetría en la distribución de los coeficientes, marcada por 3 concentraciones, ubicada en los sectores primarios, secundarios, y terciarios de la economía, destacando la importancia del sector de Servicios de la economía.

Siguiendo a Schintke y Stäglin, se estableció que las actividades con mayor concentración de coeficientes importantes, tanto en filas como columnas son: (1) *Cultivos anuales (cereales y otros) y forrajeras*; (10) *Silvicultura y extracción de madera*; (15) *Minería del cobre*; (19) *Elaboración y conservación de carne*; (55) *Fabricación de hormigón y otros productos minerales*; (65) *Generación de electricidad*; (68) *Suministro de gas y vapor*; (72) *Construcción de obras de ingeniería civil*; (75) *Comercio mayorista*; (76) *Comercio minorista*; y (82) *Transporte de carga por carretera*.

Al observar la distribución de los coeficientes de las actividades antes mencionadas, logramos percibir que éstos tienden a distribuirse principalmente en columnas, lo que muestra que las intervenciones más relevantes son aquellas que se realizan en términos de la Función de Producción. Es decir, aquellos cambios asociados a modificaciones tecnológicas del proceso de producción de las distintas ramas. En este contexto, identificamos las actividades que concentran la mayor cantidad de coeficientes muy importantes en sus columnas, resultando así que las actividades significativamente más importantes son: (15) *Minería del Cobre*; y (65) *Generación de electricidad* y se presentan para, ambos sectores, los elementos de la función de producción que se deben intervenir en la lógica del mínimo esfuerzo.

Finalmente, se analizaron las actividades con mayor concentración de Coeficientes Muy Importantes respecto de su contribución al Valor Agregado y Valor Bruto de la Producción. De éste análisis, logramos visualizar que sólo 6 de las actividades más importantes están por sobre la media de los aportes al VA y VBP. A pesar de que los resultados evidencian una alta contribución a éstos agregados, creemos que la información obtenida no es suficiente para verificar o rechazar la hipótesis planteada: “*Existe una relación directa entre los coeficientes muy importantes y su contribución al Valor Agregado y al Valor Bruto de la Producción*”.

A modo de sugerencia, en primer lugar, se plantea que, dado que el estudio de sensibilidad es un tema poco estudiado en la literatura nacional, y considerando la importancia de este tipo de análisis, se propone ampliar la visión y complementar con investigaciones basadas en enfoques más tradicionales, como los efectos multiplicadores de Rasmussen, entre otros.

En segundo lugar, es necesario profundizar el análisis de sensibilidad en términos de cuantificar la relación de los coeficientes r_{ij} con sus respectivos vectores de borde, Valor Agregado, y Valor Bruto de la Producción. En este sentido, se sugiere explorar otros enfoques metodológicos que permitan fehacientemente identificar el tipo de relación existente entre las categorías antes mencionadas.

Finalmente, sería interesante también, y porque no, necesario, realizar éste tipo de análisis a nivel de regiones, para lo cual se hace imprescindible la construcción de MIP's Regionales.

5. REFERENCIAS

Aroca, Patricio. Impacts and Development in Local Economie Basedon Mining: The case of the Chilen II region. Resources Policy. 27:119-134, 2001.

Banco Central de Chile. Cuentas Nacionales de Chile, compilación de referencia 2008.

Banco Central de Chile. Compilación de seguimiento de la CdeR 2008 (2009 y 2010).

Cassetti, Mario. A New Methodfor de Identification of Patterns in Input-Output Matrices. Economic Systems Research, 7(4):363-382, 1995.

Chenery, Hollis and Watanabe, Tsunehiko. An International Comparison of the Structure of Production. Econometric, 26(4):487-521, 1958.

Evans, Duane. The Effect of Structural Matrix Error son Interindustry Relations Estimates. Econometrica, 22(4):461-480, 1954.

Ghosh, Ambica. A note on Leontief Models with Non-Homogeneous Production Functions. En su: Planning programming and input-output models: Selected paperson Indianplanning. Monographs, University of Cambridge Departament of Applied Economics at the University press, New York, 1968. p 45.

Ghosh, Santadas and ROY, Joyashree. Qualitative Input-Output Analysis of theIndian Economic Structure. Economic Systems Research, 10(3): 263-272, 1998.

Hewings, Geoffrey. The Empirical Identification of Key Sector in a Economy: A regional perspective. The Developing Economies. 20(2): 173-195, 1982.

Hewings, Geoffrey, Fonseca, Manuel and Sonis, Michael. Key Sectors and Structural Change in the Brazilian Economy: A comparison of alternative approaches and their policy implications. Journal of Policy Modeling, 11(1):67-90, 1989.

Hirschman, Albert. The Strategy of Economic Development. New Haven, Connecticut, USA, Yale University Press, 1958.

Jílek, M (1971), "The selection of most important input coefficients". Economic Bulletin for Europe, n°23 (pp. 86-105)

Leontief, Wassily. Analysis Input-Output (1965). En su: Análisis Económico Input-Output. Segunda Edición, España, Editorial Orbis, S.A., 1958. pp 226-227

Leontief, Wassily. The Structure of the American Economy, 1919-1929: An Empirical Application of Equilibrium Analysis. Harvard University Press, 1941.

Leontief, Wassily. Quantitative input and Output Relations in the Economics Systems of the United States. The Review of Economic Statistic, 18(3): 105-125, 1936.

López, Ana María, y Pulido, Antonio. Análisis de las Interrelaciones Sectoriales en España. Economía Industrial, 290: 167-178, 1993.

Pino, Osvaldo y Illanes, Walter. Método Indirecto para la Obtención de una Matriz Insumo – Producto: Aplicación para el caso de la VIII Región del Bio-Bío. Theoria, 1(25): 75-16, 2003.

O’Ryan, R.; Miguel, C.; Miller, S., (2003). The ECOGEM-CHILE model: a CGE model for environment and trade policy analysis. (Working Paper, 247) Banco Central de Chile, Santiago.

Rasmussen, Paul.-Studies in Inter-Sectoral Relations. Amsterdam, North-Holland P. C. 1963.

Reyes, René y Miranda, Juan C. La Matriz de Insumo Producto de Valdivia 1994. Propuesta Metodológica para el análisis de las relaciones productivas de áreas menores. Universidad Austral de Chile. , Valdivia, 200p, 1998.

Schintke, Joachim. Fehler simulationen Mit Input-Output- Tabellen des Statitischen Bundesamtes. Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, 3:314-330, 1984.

Schintke, Joachim, and Stäglin Reiner. Important Input Coefficients in Market Transaction Tables and Production Flow Tables. In: CIASCHINI, M (Ed.), Input-Output, Chapman and Hall, Nueva York, pp. 43-60, 1988.

Sebald, ANTHONY. An Analysis of the Sensitivity of Largo Scale Input-Output Models to Parametric Uncertainties. Center for Advanced Computation, document n°122. Universidad of Illinois al Urbana. 1974.

Sherman, Jack, and Morrison, Winifred. Adjustment of and Inverse Matrix Corresponding to a Change in One Element of a Given Matrix. The Annals of Mathematical Statistics, 21(1): 124-127, 1950.

Siebe, Thomas. Important Intermediate Transactions and Multi-Sectoral Modelling. Economic Systems Research, 8(2): 183-194, 1996.

Jensen, R.C; West, G.R (1980) “The Effect of Relative Coefficient Size on Input-Output Multipliers”. Environment and Planning A, vol. 12 (pp.659-670).

Songlin y Gould (1991) “The Grad Field of Input-Output Models and the Nature of Coefficients”. Economic System Research, vol. 3 n°4 (pp. 367-378)

Soza, Sergio. Análisis Comparativo para la Economía Magallánica desde la perspectiva de la Sensibilidad de Coeficientes Técnicos. Magallania 37(1): 133-151, 2009.

Venegas José (1986) “Una matriz insumo producto inversa de la economía chilena 1986” Serie de Estudios Económicos N°38. Banco Central de Chile.

West, G.R. (1982) “Sensitivity and Key Sector Analysis in Input-Output Models,” Australian Economic Papers. Diciembre (pp. 365-378).

6. ANEXOS

Anexo N°1: Glosa

N°	Actividad	N°	Actividad
1	Cultivos anuales (cereales y otros) y forrajeras	36	Fabricación de prendas de vestir
2	Cultivo de hortalizas y productos de viveros	37	Elaboración de cuero y sus productos
3	Cultivo de uva	38	Fabricación de calzado
4	Cultivo de otras frutas	39	Aserrado y acepilladura de maderas
5	Cría de ganado bovino	40	Fabricación de productos de madera
6	Cría de cerdos	41	Fabricación de celulosa
7	Cría de aves de corral	42	Fabricación de envases de papel y cartón
8	Cría de otros animales	43	Fabricación de otros artículos de papel y cartón
9	Actividades de apoyo a la agricultura y ganadería	44	Imprentas y editoriales
10	Silvicultura y extracción de madera	45	Elaboración de combustibles
11	Acuicultura	46	Fabricación de sustancias químicas básicas
12	Pesca extractiva	47	Fabricación de pinturas y barnices
13	Extracción de carbón	48	Fabricación de productos farmacéuticos
14	Extracción de petróleo y gas natural	49	Fabricación de productos de aseo y cosméticos
15	Minería del cobre	50	Fabricación de otros productos químicos
16	Minería del hierro	51	Fabricación de productos de caucho
17	Minería de otros metalíferos no ferrosos	52	Fabricación de productos de plástico
18	Explotación de otras minas y canteras	53	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
19	Elaboración y conservación de carne	54	Fabricación de cemento, cal y yeso
20	Elaboración de harina y aceite de pescado	55	Fabricación de hormigón y otros productos minerales no metálicos
21	Elaboración y conservación de pescados y mariscos	56	Industrias básicas de hierro y acero
22	Elaboración y conservación de vegetales	57	Industrias básicas de metales no ferrosos
23	Elaboración de aceites	58	Fabricación de productos metálicos
24	Elaboración de productos lácteos	59	Fabricación de maquinaria y equipo de uso industrial y doméstico
25	Elaboración de productos de molinería	60	Fabricación de maquinaria y equipo eléctrico y electrónico

26	Elaboración de alimentos para animales	61	Fabricación de equipo de transporte
27	Elaboración de productos de panadería	62	Fabricación de muebles
28	Elaboración de fideos y pastas	63	Otras industrias manufactureras
29	Elaboración de otros productos alimenticios	64	Reciclamiento de desperdicios y desechos
30	Elaboración de piscos y licores	65	Generación de electricidad
31	Elaboración de vinos	66	Transmisión de electricidad
32	Elaboración de cervezas	67	Distribución de electricidad
33	Elaboración de bebidas no alcohólicas	68	Suministro de gas y vapor
34	Elaboración de productos de tabaco	69	Suministro de agua
35	Fabricación de productos textiles	70	Construcción de edificios residenciales

Fuente: Elaboración Propia

N°	Actividad	N°	Actividad
71	Construcción de edificios no residenciales	91	Otras actividades de telecomunicaciones
72	Construcción de obras de ingeniería civil	92	Intermediación financiera
73	Actividades especializadas de construcción	93	Actividades de seguros y reaseguros
74	Comercio automotriz	94	Auxiliares financieros
75	Comercio mayorista	95	Actividades inmobiliarias
76	Comercio minorista	96	Actividades de alquiler de maquinaria y equipo
77	Reparación de enseres domésticos	97	Actividades de servicios informáticos
78	Hoteles	98	Actividades de servicios jurídicos, contables e investigación y desarrollo
79	Restaurantes	99	Actividades de arquitectura, ingeniería y científicas
80	Transporte ferroviario	100	Publicidad e investigación de mercado
81	Otros transportes terrestres de pasajeros	101	Otras actividades de servicios a empresas
82	Transporte de carga por carretera	102	Servicios de vivienda
83	Transporte por tuberías (gasoductos y oleoductos)	103	Administración pública
84	Transporte marítimo	104	Educación pública
85	Transporte aéreo	105	Educación privada
86	Otras actividades de transporte complementarias	106	Salud pública
87	Actividades de almacenamiento, depósito y agencias de transporte	107	Salud privada
88	Correo y servicios de mensajería	108	Actividades de servicios sociales y asociaciones
89	Telefonía móvil	109	Gestión de desechos
90	Telefonía fija y larga distancia	110	Actividades de esparcimiento
		111	Otras actividades de servicios

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°2: Resumen de Coeficientes Importantes, por filas y Columnas¹⁶

Rama	N° de Coeficientes		Rama	N° de Coeficientes		Rama	N° de Coeficientes	
	Fila	Columna		Fila	Columna		Fila	Columna
1	3	2	38	0	1	75	0	5
2	0	0	39	2	2	76	0	6
3	1	0	40	0	0	77	0	0
4	1	0	41	0	2	78	0	0
5	2	1	42	1	0	79	0	1
6	1	0	43	0	1	80	1	0
7	1	2	44	2	0	81	0	0
8	2	0	45	0	2	82	2	3
9	2	0	46	0	2	83	3	1
10	4	2	47	1	0	84	0	0
11	2	2	48	2	0	85	0	0
12	2	0	49	0	0	86	1	0
13	3	0	50	2	0	87	1	0
14	3	0	51	0	0	88	1	0
15	1	9	52	0	1	89	2	1
16	0	0	53	1	0	90	0	1
17	1	0	54	3	0	91	0	0
18	2	0	55	4	2	92	0	2
19	1	4	56	2	2	93	0	1
20	1	1	57	1	0	94	2	0
21	0	2	58	1	2	95	1	0
22	0	1	59	1	0	96	2	0
23	0	0	60	0	0	97	0	0
24	0	1	61	1	0	98	1	0
25	2	1	62	0	0	99	2	1
26	2	2	63	0	0	100	2	0

¹⁶ En el Anexo n°1 se presenta la Glosa utilizada.

27	0	1	64	3	0	101	0	0
28	0	0	65	3	5	102	0	1
29	0	1	66	3	0	103	0	2
30	0	0	67	0	2	104	0	0
31	1	3	68	3	3	105	0	0
32	1	1	69	0	1	106	0	1
33	1	1	70	0	3	107	1	2
34	0	0	71	0	1	108	0	0
35	0	0	72	0	5	109	2	0
36	0	0	73	2	2	110	1	1
37	1	0	74	1	0	111	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 3: Contribución Porcentual al Valor Agregado (V.A) y Valor Bruto de la Producción (VBP)

Rama	Contribución (%)		Rama	Contribución (%)		Rama	Contribución (%)	
	V.A	VBP		V.A	VBP		V.A	VBP
1	0.20%	0.46%	38	0.06%	0.09%	75	3.84%	4.19%
2	0.37%	0.30%	39	0.21%	0.50%	76	3.83%	4.25%
3	0.40%	0.33%	40	0.13%	0.37%	77	0.06%	0.07%
4	0.69%	0.62%	41	0.87%	1.09%	78	0.34%	0.35%
5	0.30%	0.39%	42	0.15%	0.28%	79	1.20%	1.44%
6	0.21%	0.25%	43	0.14%	0.26%	80	0.04%	0.08%
7	0.19%	0.36%	44	0.37%	0.51%	81	1.28%	1.57%
8	0.02%	0.04%	45	0.14%	1.56%	82	1.03%	1.64%
9	0.20%	0.18%	46	0.43%	0.83%	83	0.08%	0.06%
10	0.63%	0.65%	47	0.09%	0.13%	84	0.35%	1.31%
11	0.19%	0.60%	48	0.33%	0.42%	85	0.55%	1.00%
12	0.32%	0.29%	49	0.16%	0.30%	86	0.66%	0.51%
13	0.01%	0.01%	50	0.13%	0.23%	87	0.79%	0.67%
14	0.12%	0.11%	51	0.12%	0.14%	88	0.12%	0.11%
15	16.21%	12.56%	52	0.35%	0.62%	89	1.10%	1.09%
16	0.50%	0.35%	53	0.10%	0.13%	90	0.57%	0.60%
17	0.39%	0.35%	54	0.12%	0.20%	91	0.40%	0.57%
18	0.35%	0.33%	55	0.16%	0.39%	92	3.96%	2.71%
19	0.40%	1.10%	56	0.27%	0.66%	93	0.59%	1.02%
20	0.10%	0.27%	57	0.12%	0.30%	94	0.77%	0.67%
21	0.32%	0.92%	58	0.97%	1.10%	95	2.42%	1.72%
22	0.24%	0.41%	59	0.56%	0.66%	96	0.75%	0.73%
23	0.05%	0.09%	60	0.20%	0.26%	97	1.32%	0.99%
24	0.42%	0.67%	61	0.17%	0.24%	98	3.01%	2.14%
25	0.15%	0.27%	62	0.17%	0.26%	99	2.06%	1.73%
26	0.21%	0.61%	63	0.04%	0.05%	100	0.54%	0.45%

27	0.51%	0.54%	64	0.02%	0.05%	101	2.94%	2.27%
28	0.04%	0.05%	65	1.39%	2.32%	102	5.25%	3.41%
29	0.37%	0.50%	66	0.23%	0.14%	103	4.82%	3.71%
30	0.02%	0.06%	67	0.69%	1.40%	104	3.29%	1.95%
31	0.39%	0.58%	68	0.22%	0.55%	105	1.79%	1.28%
32	0.12%	0.20%	69	0.55%	0.38%	106	1.98%	1.44%
33	0.41%	0.57%	70	2.10%	1.97%	107	1.72%	1.61%
34	0.04%	0.09%	71	1.01%	1.05%	108	0.73%	0.55%
35	0.11%	0.20%	72	3.42%	3.26%	109	0.16%	0.14%
36	0.16%	0.25%	73	0.96%	1.16%	110	0.63%	0.67%
37	0.02%	0.04%	74	1.04%	1.02%	111	1.45%	0.86%

Fuente: Elaboración Propia