



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD

AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS EN
COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2005-2019”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

VÍCTOR MANUEL CANACUÉ CÉSPEDES

DIRECTOR DE TESIS

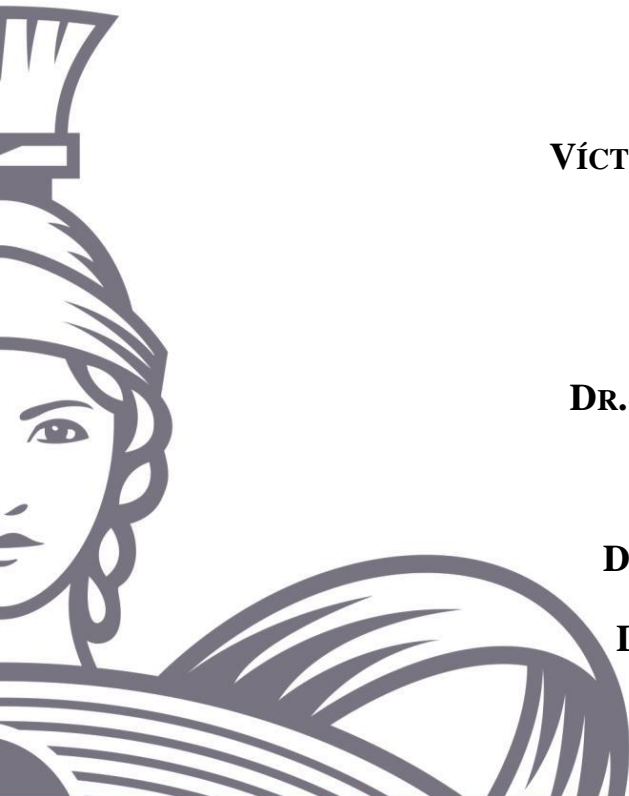
DR. ALBERTO CASTAÑÓN HERRERA

COMITÉ TUTORIAL:

DRA. MICHELLE TESIS FLORES

DR. ADRIÁN JIMÉNEZ GÓMEZ

PUEBLA, PUE. DICIEMBRE 2024



BUAP

Facultad de
Economía

Agradecimientos

A Dios, por ser mi fuerza y guía en cada momento de mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante el periodo 2022-2024 y que me permitió una dedicación total al estudio y la investigación.

De igual forma, se agradece a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado por el apoyo otorgado para la conclusión de esta tesis dentro del Eje IV. Modelo de Investigación abierta y compartida. Objetivo 13. Formar recursos humanos que impacten positivamente el contexto social y científico como consecuencia de su accionar en una comunidad para lograr una educación desarrolladora de la transformación. Indicador establecido en el Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025

A mi madre, cuya guía, apoyo incondicional y amor han sido fundamentales en cada paso de mi vida. Su fuerza, paciencia y palabras siempre han sido un refugio en los momentos difíciles y un motor en los tiempos de triunfo. Gracias por enseñarme que los sueños se construyen con esfuerzo y dedicación, y por ser la luz que ilumina mis caminos cuando parecen oscuros.

A mi padre, quien con su sabiduría, enseñanzas y ejemplo me ha mostrado el valor del trabajo arduo, la perseverancia y la integridad. Gracias por impulsarme a ser mejor cada día, por tus consejos llenos de vida y por demostrarme que las mayores recompensas vienen del esfuerzo sincero. Eres y siempre serás un pilar esencial en mi formación como persona y como profesional.

A esa persona especial que comparte mi vida, acompañándome con amor y comprensión en cada paso de mi camino y en este proyecto de vida.

A mi hermana y a toda mi familia, cuyo respaldo inquebrantable ha sido fundamental, en especial a mis tías Yamile, Blanca Oneida y Francly, sin cuyo apoyo no habría logrado llegar hasta este punto.

A mi asesor, el Dr. Alberto Castañón Herrera, por compartir conmigo no solo su conocimiento académico, sino también su vasta experiencia y perspectiva, que enriquecieron profundamente esta investigación. Su paciencia, orientación y confianza en mi trabajo me motivaron a superar los retos más complejos. Gracias por enseñarme que la excelencia se logra con atención a los detalles y un compromiso constante con el aprendizaje.

A la Dra. Michelle Taxis Flores y al Dr. Adrián Jiménez Gómez, por su disposición y sus valiosos comentarios como revisores de esta tesis, que enriquecieron profundamente este trabajo.

A mis compañeros de generación, cuyo apoyo y compañerismo hicieron posible alcanzar esta meta. En especial a Irvin, quien me acogió en este hermoso país como parte de su familia, un gesto que siempre atesoraré.

A la Señora Reina, por su calidez y hospitalidad, que me hicieron sentir siempre como en casa.

A Alicia, por su constante atención, su disposición para ayudarnos, sus risas contagiosas y, por supuesto, las galletas y el café que nunca faltaron.

A mis profesores de la Maestría, por compartir generosamente su conocimiento y por su dedicación a la enseñanza, marcando un impacto significativo en mi formación.

A la Maestría en Economía y a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por permitirme ser parte de esta experiencia transformadora.

Y, finalmente, a este hermoso país, México, que se convirtió en mi segundo hogar, ofreciéndome un lugar lleno de calidez y una experiencia que siempre llevaré en el corazón.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS INSUMO-PRODUCTO COMO APLICACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL.....	4
1.1 ORÍGENES DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL.....	4
1.1.1 Equilibrio de Mercado de dos bienes.....	7
1.1.2 Precios Relativos y Existencia del Equilibrio.....	15
1.1.3 Ajuste de Precios por el Subastador Walrasiano	16
1.1.4 La Ley de Walras	17
1.1.5 El Productor y la Maximización del Beneficio.....	18
1.1.6 Funciones de producción Cobb-Douglas y de Proporciones Fijas (Leontief).	22
1.1.7 Función de producción de Proporciones Fijas (Leontief).....	23
1.1.8 Equilibrio Walrasiano.....	25
CAPITULO 2: APLICACIÓN DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL MEDIANTE LA METODOLOGÍA INSUMO-PRODUCTO.....	28
2.1 SUPUESTOS BÁSICOS DEL MODELO INSUMO-PRODUCTO	29
2.1.1 Homogeneidad Sectorial	29
2.1.2 Complementariedad Estricta de Factores de Producción	30
2.1.3 Rendimientos Constantes a Escala	30
2.2 ESTRUCTURA DEL MODELO INSUMO-PRODUCTO	31
2.2.1. Matriz de Transacciones.....	32
2.2.2 Matriz de Coeficientes Técnicos.....	35
2.2.3. Matriz de Multiplicadores	38
2.3 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA Y ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS	42
2.3.1 Índices de Interdependencia Directa	43
2.3.2 Índices de Interdependencia Directa e Indirecta.....	43
2.2.3 Índices Promediados de Interdependencia	44
2.2.4 Índices Relativos.....	45
2.2.5 Encadenamiento Hacia Atrás.....	47
2.2.5 Encadenamiento Hacia Adelante:.....	48
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPLEJOS INDUSTRIALES	49
CAPITULO 3: CÁLCULO DE LAS MEDIDAS DE ESPECIALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS PARA COLOMBIA	51
3.1 MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN Y DE ESPECIALIZACIÓN.....	52

3.1.1 Matriz de Información.....	53
3.1.2 Medidas De Localización Sectorial:.....	54
3.1.3 Medidas de Localización Regional:	57
3.2 FUENTES ESTADISTICAS	58
3.3 CÁLCULO DE LAS MEDIDAS DE ESPECIALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN PARA COLOMBIA	60
3.3.1 Matriz de información	61
3.3.2 Medidas De Localización Sectorial	67
3.3.3 Medidas de Localización regional:	79
CAPITULO 4: DINÁMICA DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS Y SU IMPACTO EN LA ESTRUCTURA ECONÓMICA COLOMBIANA (2005-2019).....	85
4.1 FUENTES ESTADISTICAS	87
4.2 MEDIDAS DE INTERDEPENDENCIA Y ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS PARA COLOMBIA.....	88
4.2.1 Índices de interdependencia directa	89
4.3 COMPLEJOS INDUSTRIALES PARA COLOMBIA.....	100
CONCLUSIONES	102
BIBLIOGRAFÍA.....	107
ANEXOS.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 MATRIZ DE TRANSACCIONES	33
TABLA 2 MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS	38
TABLA 3 REGIONALIZACIÓN DE COLOMBIA	60
TABLA 4 AGREGACIÓN DE ACTIVIDADES SEGÚN CÓDIGO CIUU.....	61
TABLA 5 PRODUCTO INTERNO BRUTO REGIONAL 2005 EN MILES DE MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS A PRECIOS CONSTANTES CON AÑO BASE 2015	62
TABLA 6 PRODUCTO INTERNO BRUTO REGIONAL 2010 EN MILES DE MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS A PRECIOS CONSTANTES CON AÑO BASE 2015	62
TABLA 7 PRODUCTO INTERNO BRUTO REGIONAL 2015 EN MILES DE MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS A PRECIOS CONSTANTES CON AÑO BASE 2015	63
TABLA 8 PRODUCTO INTERNO BRUTO REGIONAL 2019 EN MILES DE MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS A PRECIOS CONSTANTES CON AÑO BASE 2015	63
TABLA 9 ESTRUCTURA SECTORIAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO A PRECIOS CONSTANTES AÑO BASE 2015.....	66
TABLA 10 ESTRUCTURA REGIONAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO A PRECIOS CONSTANTES AÑO BASE 2015.....	66
TABLA 11 COCIENTE DE LOCALIZACIÓN DEL SECTOR I EN LA REGIÓN J.	67
TABLA 12 COEFICIENTE DE LOCALIZACIÓN DEL SECTOR I.....	71
TABLA 13 COEFICIENTE DE ASOCIACIÓN GEOGRÁFICA AÑO 2005.....	75
TABLA 14 COEFICIENTE DE ASOCIACIÓN GEOGRÁFICA AÑO 2010.....	75
TABLA 15 COEFICIENTE DE ASOCIACIÓN GEOGRÁFICA AÑO 2015.....	76
TABLA 16 COEFICIENTE DE ASOCIACIÓN GEOGRÁFICA AÑO 2019.....	76
TABLA 17 COEFICIENTE DE REDISTRIBUCIÓN	77
TABLA 18 COEFICIENTE DE ESPECIALIZACIÓN	80
TABLA 19 COEFICIENTE DE REESTRUCTURACIÓN	82
TABLA 20 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA, PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO.....	90
TABLA 21 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA, MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO	92
TABLA 22 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA, MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL	93
TABLA 23 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA, PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO FINAL.....	95
TABLA 24 SECTORES QUE PRESENTAN VARIACIONES EN SU CLASIFICACIÓN	97
TABLA 25 CLASIFICACIÓN POR AÑO DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS QUE VARÍAN	98
TABLA 26 COMPLEJOS INDUSTRIALES IDENTIFICADOS PARA EL PERIODO DE ESTUDIO.	101
TABLA 27 CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN COLOMBIA.....	112
TABLA 28 CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN COLOMBIA.....	113
TABLA 29 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA 2005 PARA COLOMBIA	114
TABLA 30 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INDIRECTA PARA COLOMBIA 2005	116
TABLA 31 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA PARA COLOMBIA 2010	117
TABLA 32 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INDIRECTA PARA COLOMBIA 2010.....	119
TABLA 33 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA PARA COLOMBIA 2015	120
TABLA 34 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INDIRECTA PARA COLOMBIA 2015	122

TABLA 35 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA PARA COLOMBIA 2019	123
TABLA 36 DISTRIBUCIÓN DE LOS ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA DIRECTOS 2019.....	125

RESUMEN

La presente investigación analiza la estructura productiva de la economía colombiana y su evolución en el período 2005-2019, aplicando un modelo de equilibrio general insumo-producto basado en el enfoque de Leontief. Este modelo permite estudiar las interdependencias entre sectores, identificando tanto los encadenamientos hacia adelante (proveedores de insumos) como hacia atrás (demandantes de insumos), y así caracterizar los sectores clave que poseen un potencial multiplicador en la economía nacional. La investigación se centra en identificar las actividades económicas con mayor capacidad de impacto en otros sectores, así como su distribución geográfica, para comprender mejor las particularidades regionales de Colombia.

El estudio revela que la estructura productiva colombiana presenta fuertes diferencias regionales. Regiones como la Amazonía y Orinoquía muestran alta especialización en sectores extractivos y agrícolas, lo que las hace vulnerables a variaciones en los precios internacionales y a cambios en políticas ambientales. Por el contrario, Bogotá y la región Andina presentan una mayor diversificación económica, con un desarrollo notable en sectores como el comercio, los servicios financieros y la manufactura, lo que les confiere mayor resiliencia ante los choques externos.

Los resultados destacan sectores estratégicos con un alto grado de interdependencia, como la manufactura, la agroindustria y el sector energético, que exhiben importantes encadenamientos productivos tanto hacia adelante como hacia atrás. Además, el análisis identifica complejos industriales clave que funcionan como pilares para el desarrollo regional, sugiriendo oportunidades de intervención en políticas públicas para incentivar estos sectores y promover un crecimiento económico equilibrado. A partir de estos hallazgos, la investigación plantea recomendaciones para fortalecer la competitividad de la economía colombiana, optimizando el aprovechamiento de los recursos y fomentando la integración productiva entre las diferentes regiones del país.

INTRODUCCIÓN

La economía colombiana exhibe una estructura productiva compleja y diversa, marcada por patrones de especialización y concentración que varían notablemente entre sus regiones. Esta configuración, influida por factores históricos, geográficos y económicos, se traduce en una fuerte interdependencia entre sectores en la que actividades como la agricultura, la minería, los servicios financieros y la manufactura desempeñan roles estratégicos en diferentes zonas del país. Con el objetivo de analizar esta estructura y sus interacciones, la presente investigación emplea el modelo de equilibrio general propuesto Leontief, insumo-producto, el cual permite identificar los encadenamientos productivos y los sectores clave de la economía colombiana en el período 2005-2019.

El modelo insumo-producto de Leontief permite descomponer la economía en sectores interrelacionados que demandan y proveen insumos entre sí, capturando tanto las interdependencias directas como las indirectas. Este enfoque resulta útil en el contexto colombiano, ya que posibilita la identificación de sectores que, al ser incentivados, pueden generar un efecto multiplicador en otras áreas de la economía. Al desentrañar los flujos de insumos que sostienen la producción nacional y examinar los encadenamientos hacia adelante (proveedores) y hacia atrás (demandantes), este estudio busca caracterizar la estructura actual de la economía y aportar información valiosa para la formulación de políticas que fortalezcan el desarrollo regional.

La investigación tiene como objetivos centrales caracterizar la estructura sectorial y regional de la economía colombiana, determinando el grado de especialización y concentración de actividades en cada área geográfica; identificar los sectores con altos niveles de interdependencia y encadenamientos, clasificándolos según su potencial estratégico dentro de la economía; y analizar cómo han evolucionado las relaciones de interdependencia sectorial a lo largo del periodo de estudio, destacando los sectores y complejos industriales que han consolidado o transformado su rol en la cadena productiva.

La hipótesis central plantea que existen sectores específicos en la economía colombiana que funcionan como pilares estratégicos para el desarrollo económico y que, al ser incentivados, podrían contribuir significativamente al fortalecimiento de la economía regional y nacional. Esta tesis, al enfocarse en sectores clave, espera identificar

aquellos que poseen un potencial multiplicador notable, tanto en términos de demanda de insumos como de oferta de productos intermedios.

La estructura del trabajo se organiza en cuatro capítulos los cuales abordan el marco teórico, metodológico y empírico del estudio. En el Capítulo 1, se exploran los fundamentos teóricos del modelo de equilibrio general de Leontief, detallando los supuestos de equilibrio simultáneo de precios y cantidades, que aseguran que todos los mercados se ajusten y consuman toda la producción. Este marco teórico permite comprender cómo las variaciones en un sector pueden influir en otros, un aspecto crucial para economías en proceso de diversificación y resiliencia frente a choques externos.

En el Capítulo 2, se detalla la metodología del modelo insumo-producto para Colombia, incluyendo los supuestos específicos del modelo, como la homogeneidad sectorial y los rendimientos constantes a escala, además de la construcción de las matrices de transacciones y de coeficientes técnicos que representan los flujos de insumos entre sectores. Con estas matrices, se calculan los índices de interdependencia, tanto directos como indirectos, lo cual permite identificar los sectores con mayor influencia en la economía nacional y establecer la base cuantitativa para el análisis de las relaciones sectoriales en el país.

El Capítulo 3 contextualiza la distribución y especialización económica de las actividades productivas en Colombia, evaluando las medidas de localización y especialización a nivel regional. Este análisis revela cómo ciertas actividades se concentran en regiones específicas, como las actividades extractivas en Amazonía y Orinoquía, mientras que Bogotá y la región Andina exhiben una estructura diversificada. Además, el capítulo analiza el impacto de eventos económicos y sociales recientes, como el Tratado de Libre Comercio y el acuerdo de paz, sobre la distribución de actividades productivas, lo cual es fundamental para entender la dinámica de los encadenamientos sectoriales en el país.

Finalmente, el Capítulo 4 profundiza en los encadenamientos sectoriales y en la identificación de complejos industriales, señalando los sectores estratégicos con mayor potencial de impacto en otros sectores de la economía. Este capítulo resalta la importancia de los sectores clave en la estructura productiva nacional y enfatiza aquellas áreas donde una política de incentivo podría generar efectos multiplicadores, promoviendo una integración regional más robusta. Los complejos industriales identificados destacan

sectores como la manufactura, la agroindustria y el energético, que desempeñan roles esenciales para fortalecer la economía y mejorar la competitividad del país.

Con este enfoque integral, esta tesis espera no solo contribuir al conocimiento académico sobre las interdependencias productivas en Colombia, sino también proporcionar insumos para la formulación de políticas de desarrollo económico que apoyen un crecimiento balanceado y sostenible a nivel regional y nacional. Se espera que los hallazgos aquí presentados orienten tanto a formuladores de políticas como a futuros estudios que deseen profundizar en la estructura productiva del país y en los sectores estratégicos que pueden dinamizar su economía.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS INSUMO-PRODUCTO COMO APLICACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL.

El modelo de equilibrio general en la ciencia económica describe una situación en la que todos los mercados de una economía alcanzan un estado de equilibrio de manera simultánea. Esto ocurre cuando los precios y las cantidades en cada mercado se ajustan hasta que la cantidad demandada iguala la cantidad ofrecida, garantizando que todo lo producido en un espacio determinado durante un periodo específico sea consumido. Este equilibrio simultáneo asegura que no haya exceso ni escasez en ningún mercado.

La importancia de esta teoría radica en su capacidad para capturar las interdependencias entre distintos sectores económicos. Al considerar tanto los efectos directos como indirectos de los cambios en un sector sobre el resto de la economía, el modelo resulta especialmente útil para formular políticas económicas y evaluar el impacto de decisiones sectoriales. Además, este enfoque permite identificar las condiciones necesarias para que la economía alcance niveles de eficiencia, lo cual es fundamental para diseñar políticas efectivas y equitativas.

1.1 ORÍGENES DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL

El concepto de equilibrio parcial se enfoca en analizar un solo mercado, bajo el supuesto de que todos los demás factores permanecen constantes. Este enfoque, desarrollado por Alfred Marshall, permitió simplificar el estudio de la oferta y demanda en mercados específicos, proporcionando una herramienta útil para analizar detalladamente mercados individuales sin la complejidad de considerar los efectos en todos los mercados simultáneamente.

Aunque el planteamiento de Marshall resulta valioso para ciertos estudios, presenta limitaciones importantes, ya que ofrece una visión restringida al comportamiento de un solo bien o servicio en un mercado aislado. No permite capturar en profundidad cómo los cambios en un mercado repercuten en otros o en la cadena de suministro involucrada en la producción de ese bien o servicio. Por ejemplo, un excedente de oferta de un bien en un mercado no solo afectará el precio y las cantidades demandadas de ese

bien específico, sino que también influirá en la cadena de suministro asociada a su producción y en los precios de bienes relacionados, ya sean sustitutos o complementarios.

Estas limitaciones fueron las que llevaron al planteamiento de la teoría del equilibrio general, ya que para Walras “el mundo puede considerarse como un vasto mercado general, compuesto de diversos mercados especiales, donde la riqueza social se compra y se vende, por lo que su objetivo fue descubrir las leyes que las ventas y las compras tienden a seguir” (Walras, 1987, p.181).

Por lo cual el modelo de equilibrio se convirtió en tópico fundamental en el análisis económico desde que León Walras introdujo la idea en el siglo XIX en su obra fundamental *Elementos de economía política pura*. Este concepto revolucionó la forma en que los economistas entendían la interrelación entre diferentes mercados y agentes económicos. En 1984, Joseph Schumpeter destacó la importancia de este avance al afirmar que: “El descubrimiento de la teoría económica no se realizó plenamente hasta Walras, cuyo sistema de ecuaciones, que define el equilibrio (estático) en un sistema de magnitudes interdependientes”. (p. 231).

Para comprender plenamente los planteamientos propuestos por Walras, es esencial primero entender qué se entiende por equilibrio en la economía. En términos generales, el equilibrio se define como una situación en la que todos los agentes económicos toman las decisiones que maximizan su bienestar, y donde la conducta de cada uno es compatible con la de los demás (Varían, 2010). Esto significa que, en equilibrio, ningún agente tiene incentivos para cambiar su comportamiento, ya que sus decisiones están perfectamente alineadas con las de otros en el sistema.

Partiendo de la premisa propuesta por Walras en la que el mundo puede considerarse como un vasto mercado general consideraremos una economía con n mercancías (bienes o servicios), las cuales van a contar con una descripción de sus características y tendrán una disponibilidad espacio-temporal. Por lo que dos mercancías que presenten características iguales, pero se encuentran disponibles en momentos y lugares distintos serán categorizados de manera diferentes como bienes económicos j en contra posición a los bienes materiales.

El conjunto de estos bienes se representa como un vector en espacio euclidiano \mathbb{R}^n , de la forma $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$, donde cada componente del vector

representa una cantidad x_j no negativa del bien j , con $j = 1, 2, \dots, n$. Formalmente, esto se expresa como:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbb{R}_+^n \text{ donde } x_j \geq 0 \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n. \quad (1.1)$$

La cantidad de estos bienes en la economía es finita, así mismo se pueden poner a disposición de un agente como un factor de producción, o puede ser puesto por un agente en cuyo caso será un producto.

Así mismo vamos a contar con un número entero positivo de consumidores m , los cuales serán denotados con el subíndice $i = 1, 2, \dots, m$, cada uno de los agentes tendrán que escoger un plan de consumo, el cual denotaremos como un vector n -dimensional de la forma $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, el conjunto de todos los planes de consumo posibles, es decir todos los vectores de bienes que puede adquirir, van a conformar el conjunto de consumo del individuo, denotado como $X_i = \mathbb{R}^n$. lo que significa que los bienes son perfectamente divisibles, un agente no puede consumir cantidades negativas de un bien, por lo que todos los números positivos del conjunto van a representar las cantidades de consumo, mientras que las cantidades negativas van a representar los factores o insumos.

Cada consumidor i en una economía va a tener unas preferencias sobre los n bienes que se encuentran en la economía, esas las denotaremos con una función de utilidad la cual $U_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$, lo que nos indica que se les dará un valor numérico del conjunto de los real a las preferencias, esta utilidad es la encargada de medir el nivel de satisfacción o bienestar de cada individuo en función de las cantidades de los bienes que consume.

$$U_i(x_i) \text{ donde } x_i = (x_{ij}) \in \mathbb{R}^n \quad (1.2)$$

Donde $U_i(x_i)$ es la utilidad del consumidor i , y (x_{ij}) es la cantidad del bien j consumida por este para $j = 1, 2, \dots, n$. Lo que nos indica que un individuo, puede adquirir más de un solo bien siendo su consumo.

Las funciones de utilidad deben cumplir con condiciones específicas, entre ellas, ser continuas, diferenciables y cuasiconvexas. La continuidad asegura que las preferencias del consumidor no presenten saltos o discontinuidades, permitiendo una evaluación consistente de opciones, mientras que la diferenciable y la cuasiconvexidad respaldan que estas preferencias sean convexas. Estas propiedades

garantizan el cumplimiento de los axiomas de completitud, reflexividad y transitividad en la teoría del consumidor.

Los consumidores i se van a caracterizar por poseer una riqueza inicial o renta m_i , y se enfrenta a un conjunto de precios $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, donde p_j es el precio del bien j , por lo que cada vector de cantidades de bienes x va a tener un respectivo vector de precios. Cada consumidor va a elegir un vector de cantidades $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ tal que el costo total de los bienes no exceda su riqueza lo que denominaremos restricción presupuestaria.

$$\sum_{j=1}^n p_j x_{ij} = m_i \quad (1.3)$$

Donde:

p_j es el precio del bien j .

x_{ij} es la cantidad del bien j consumida por el consumidor i .

m_i es la renta del consumidor i .

Así, el objetivo de cada consumidor es maximizar su utilidad, sujetándose a esta restricción presupuestaria, que refleja la condición de gasto total igual a la renta disponible, por lo que se hace el supuesto de la inexistencia del ahorro:

$$\max U_i(x_i) \text{ sujeto a } p * x_i \leq m_i \quad (1.4)$$

La solución a este problema genera las funciones de demanda $x_i(p, m_i)$ que depende de los precios p y la renta m_i . Esto describe la cantidad óptima de cada bien que el consumidor i comprará dadas las condiciones de mercado.

Ahora bien, para encontrar el equilibrio en el mercado partiendo de las funciones de demanda, vamos a suponer una economía de intercambio puro, en donde no hay ninguna actividad productiva, por lo que la naturaleza dotara a cada individuo w_i con las cantidades x bienes j es decir x_j .

1.1.1 Equilibrio de Mercado de dos bienes.

Walras nos propone iniciar el análisis con dos tipos de consumidores $i = 1, 2$, y dos mercancías x_j con $j = 1, 2$, cada uno de los consumidores posee una dotación inicial de bienes $w_i = (w_{1i}, w_{2i})$, de manera que la dotación inicial de cada bien en la economía es:

$$w_j = w_{j1} + w_{j2} > 0 \text{ para } j = 1,2 \quad (1.5)$$

la suma de esta dotación inicial es igual a la suma de las cantidades que tiene disponible para el consumo. lo cual lo podemos representar de la siguiente forma:

$$x_{11} + x_{12} = w_{11} + w_{12} \quad (1.6)$$

$$x_{21} + x_{22} = w_{21} + w_{22} \quad (1.7)$$

La parte izquierda de cada una de las ecuaciones representa las cantidades x_i demandadas para el consumo de cada uno de los individuos, mientras que la parte derecha corresponde a la dotación inicial de los bienes que poseen. Esta dotación se convierte en el presupuesto disponible para cada individuo en el proceso de negociación en el mercado. Para ello, se valora su dotación inicial, lo que se traduce en su renta o ingreso de la siguiente forma:

$$m_i = \sum_{j=1}^n p_j w_{ji} = p_1 w_{1i} + p_2 w_{2i} \quad (1.8)$$

Dado que los individuos i deben tomar decisiones sobre el intercambio de mercancías en función de sus preferencias, cada uno cuenta con una restricción presupuestaria que refleja los precios de mercado. La restricción presupuestaria para individuo se puede expresar de la siguiente manera:

$$p_1 * x_{1i} + p_2 * x_{2i} = m_i \text{ para } i = 1,2 \quad (1.9)$$

Donde:

p_1 y p_2 son los precios de los bienes 1 y 2, respectivamente.

x_{1i} y x_{2i} son las cantidades de los bienes 1 y 2 consumidas por el individuo i .

m_i es la renta de cada individuo.

Cada individuo buscara elegir la combinación óptima de x_{1i} y x_{2i} que le permita maximizar su utilidad, sujeto a su restricción presupuestaria. De esta forma, cada consumidor enfrenta el siguiente problema:

$$\max U_i(x_{1i}, x_{2i}) \text{ sujeto a } p_1 * x_{1i} + p_2 * x_{2i} \leq m_i \quad (1.10)$$

La solución de este problema se realiza mediante las condiciones de primero orden, las cuales, para un máximo, dadas las restricciones, se derivan usando el método de multiplicadores de Lagrange. Definimos, la función Lagrange como:

$$L = U_i(x_i) - \lambda_i \left(\sum_{j=1}^n p_j * x_{ij} - m_i \right) \quad (1.11)$$

Donde λ_i es el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción presupuestaria, las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial U_i(x_i)}{\partial x_{ij}} = \lambda_i p_j \quad \text{para todo } j = 1, 2, \dots, n \quad (1.12)$$

Estas condiciones implican que el consumidor igualara su relación marginal de sustitución *RMS* entre los dos bienes $i = 1, 2$ con la razón de sus precios.

$$\frac{\frac{\partial U_i(x_i)}{\partial x_{i1}}}{U_i(x_{i1})} = \frac{p_1^*}{\frac{\partial U_i(x_i)}{\partial x_{i2}} / U_i(x_{i2})} \quad (1.13)$$

Aquí, $\frac{\partial U_i(x_i)}{\partial x_{i1}}$ es la utilidad marginal del bien 1 UMg_1 , y la $\frac{\partial U_i(x_i)}{\partial x_{i2}}$ es la utilidad marginal del bien 2 UMg_2 y la razón de estas utilidades marginales es igual a la razón de precios de equilibrio. A esta proporción Walras las denomino como '*raretés*', lo que garantiza que el consumidor va a alcanzar el máximo nivel de utilidad.

En este punto se alcanza la negociación, donde cada individuo cede una parte de sus dotaciones según sus necesidades, a cambio de una proporción equivalente de las dotaciones del otro. De este modo, ambos obtienen el máximo beneficio del intercambio.

Continuando con el desarrollo matemático vamos a encontrar con las funciones de demanda para cada consumidor i , que depende tanto de los precios de los bienes como de la renta de cada individuo. Estas funciones de demanda son $x_{1i}(p_1, p_2, m_i)$ y $x_{2i}(p_1, p_2, m_i)$, para los bienes 1 y 2 respectivamente.

Una vez obtenidas las funciones de demanda para los dos consumidores y los precios de equilibrio p_1^* y p_2^* , podemos combinar estas funciones con la oferta disponible de cada bien en la economía para encontrar el equilibrio general. En este caso, el equilibrio se alcanza cuando la suma de las demandas de los consumidores es igual a la oferta de bienes disponible, es decir, la dotación total:

$$x_{11}(p_1^*, p_2^*) + x_{12}(p_1^*, p_2^*) = w_1 \quad (1.14)$$

$$x_{21}(p_1^*, p_2^*) + x_{22}(p_1^*, p_2^*) = w_2 \quad (1.15)$$

Donde:

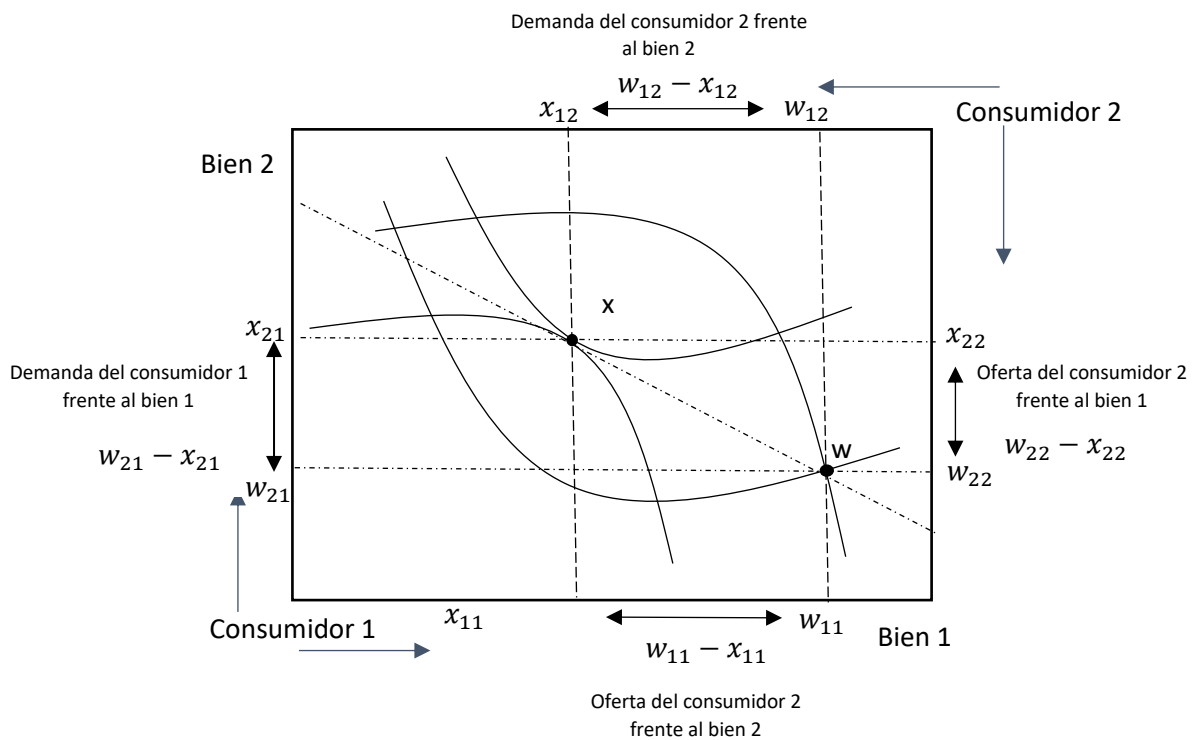
$w_1 = w_{11} + w_{12}$ dotación inicial de bien 1,

$w_2 = w_{21} + w_{22}$ dotación inicial de bien 2.

El análisis de dos bienes, lo podemos graficar en una caja de Edgeworth, donde la altura de la caja representara la cantidad disponible del bien 2, es decir, la dotación inicial completa de dicho bien, $x_2 = w_2$, mientras que el ancho de la caja representará la dotación total del bien 1, $x_1 = w_1$. El vector que representa las dotaciones iniciales de ambos bienes se plasmará como un punto dentro de este espacio, que denotaremos como w .

Figura 1

Representación del Proceso de Intercambio de dos Bienes en la Caja de Edgeworth



Nota. Elaboración propia con base en la información bibliográfica consultada.

Las dotaciones iniciales del consumidor 1 se representarán con un punto en el eje horizontal (para el bien 1) y el eje vertical (para el bien 2), tomando como origen la esquina inferior izquierda de la caja. En este punto, el consumo de bienes por parte del consumidor 1 está medido desde esta esquina, por su parte, las dotaciones del consumidor 2 se medirán desde la esquina superior derecha de la caja. El eje horizontal desde la esquina superior derecha hacia la izquierda representará la dotación del bien 1, mientras que el eje vertical hacia abajo medirá su dotación del bien 2. Por lo tanto, ambos consumidores tienen puntos de origen opuestos dentro de la caja, lo que refleja sus

dotaciones iniciales complementarias por lo que podemos representarlas con un único punto w .

La oferta por parte del consumidor 2 con respecto al bien 2 es $w_{22} - x_{22}$ lo cual es la diferencia entre su dotación inicial y su demanda del bien, esta cantidad es igual a la demanda por parte del consumidor 1 del mismo bien la cual es $w_{21} - x_{21}$, en esta relación lo que no consume el individuo 2 con respecto al bien 2 pasa a ser consumido por el individuo 1, caso contrario pasa con el bien 1, el cual la parte ofertada la realiza el consumidor 1 siendo esta $w_{11} - x_{11}$ y la parte demanda es por parte del consumidor 2 siendo esta $w_{12} - x_{12}$.

Teniendo en cuenta la complementariedad de los individuos podemos describir una posible asignación factible para los dos individuos como un punto x . Formalmente la caja de Edgeworth E_B es pues el conjunto de asignaciones:

$$E_B = \{x \in R_+^2: x_{j1} + x_{j2} \leq w_j, j = 1, 2\} \quad (1.16)$$

Donde E_B incluye todas las posibles combinaciones de los bienes 1 y 2 que los consumidores pueden intercambiar respetando las restricciones de dotación inicial la cual definimos como:

$$B_i(p) = \left\{ x_i \in R_+^2: \sum_{j=1}^n p_j x_{ij} = \sum_{j=1}^n p_j w_{ij} \right\} \quad (1.17)$$

Cada conjunto presupuestario $B_i(p)$ para el individuo 1 y 2, van a tener la misma restricción presupuestaria en común. Esta recta va a pasar por el punto w de las dotaciones iniciales y tiene pendiente $-\frac{p_1}{p_2}$, dada esta condición es importante destacar que solo las cestas que se encuentran sobre esta recta son factibles para ambos consumidores simultáneamente dado el sistema de precios p .

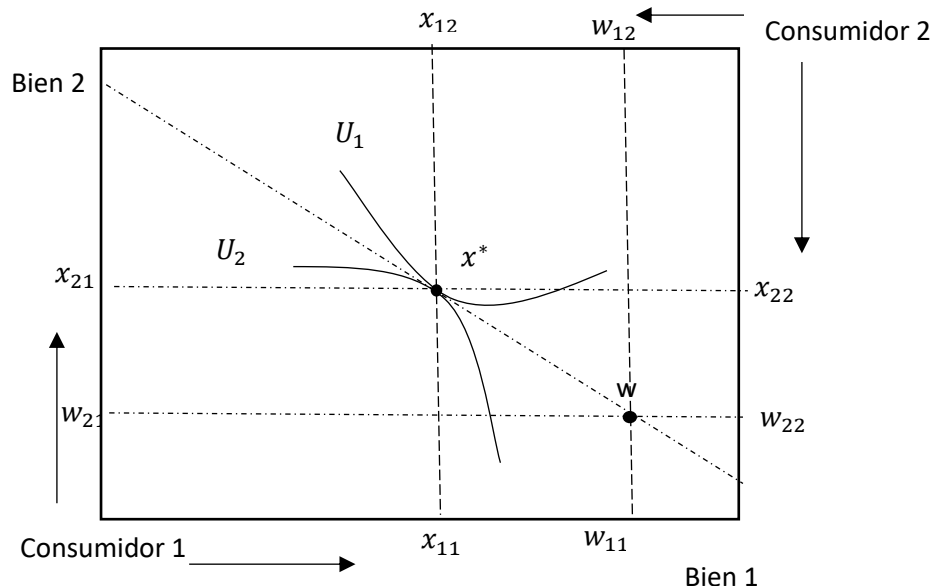
Una vez obtenido el sistema de precios para cada consumidor, estos se combinan en el proceso de decisión de manera simultánea, con lo cual obtiene un sistema de precios p^* en el cual están dispuestos a realizar el proceso de intercambio de cada uno de los bienes por cada consumidor. Con el sistema de precios de equilibrio se logra encontrar una asignación de equilibrio $x_i^* = (x_1^*, x_2^*)$, este sistema de equilibrio se puede representar en la caja de Edgeworth de la siguiente manera:

$$W(w, p) = \{x^* \in E_B: \forall x_i \in B_i(p^*) \text{ donde } x_i^* \geq x_i, \text{ para cada } i = 1, 2\} \quad (1.18)$$

Donde $W(w, p)$ va a representar el equilibrio Walrasiano dada una dotación inicial y un sistema de precios, donde la asignación de equilibrio x^* va a pertenecer al conjunto de asignaciones de la caja de Edgeworth E_B , y todo conjunto de asignaciones x_i va a pertenecer a un conjunto presupuestario $B_i(p^*)$ tal que la asignación de equilibrio x_i^* sea mejor o igual a cualquier otro conjunto de asignaciones x_i , es decir que la asignación de equilibrio es la combinación de bienes que otorga la máxima utilidad ambos individuos, como lo podemos ver en la figura 2.

Figura 2

Equilibrio Walrasiano en la Caja de Edgeworth.



Nota. Elaboración propia con información de la bibliográfica consultada.

En el modelo de dos mercancías propuesto por Walras, cada consumidor toma decisiones de manera independiente, sin considerar las elecciones de los demás. Dado un sistema de precios, cada individuo calcula su renta disponible y elige la combinación de bienes que maximiza su utilidad. Este proceso de decisión es autónomo y no contempla la posibilidad de negociación o coordinación entre los consumidores, lo cual implica que el equilibrio conjunto, en el que se maximicen las utilidades para todos los participantes, no está garantizado.

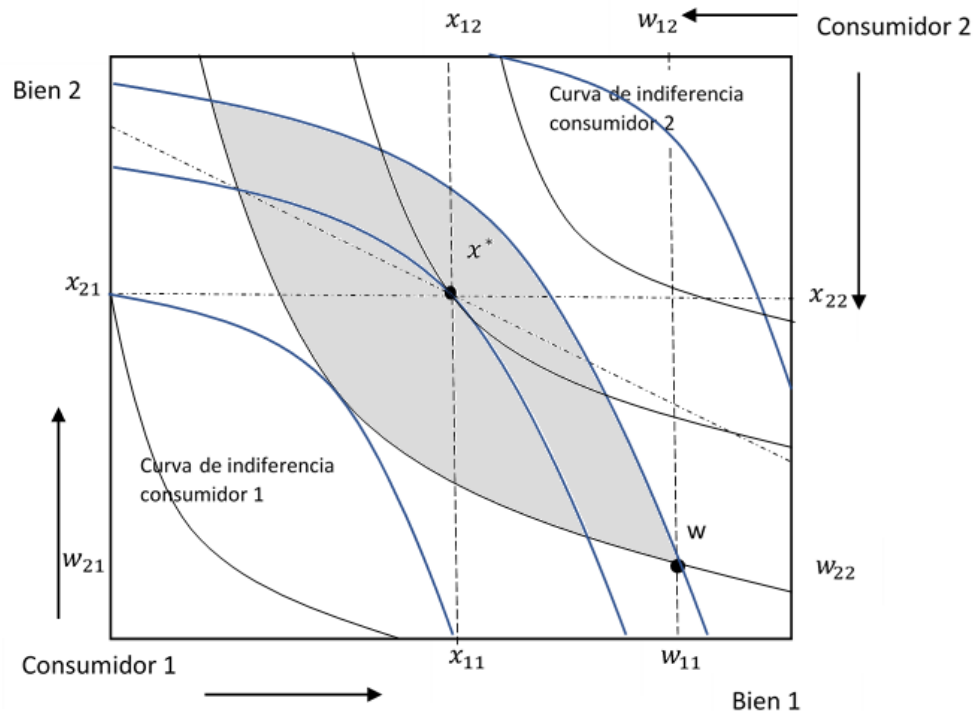
Este análisis de dos mercancías fue complementado por Vilfredo Pareto en su libro *Manual de economía política*, quien introdujo las curvas de indiferencia las cuales van a representar las combinaciones de dos bienes que proporcionan al consumidor el mismo nivel de satisfacción, y centró su análisis en las preferencias de los consumidores donde

éstos siempre van a preferir las curvas más alejadas del origen, las cuales van a reflejar mayores niveles de consumo para cada individuo. Pareto, desde una perspectiva ordinalista, evitó asignar un valor numérico específico a la utilidad como lo platea Walras desde su visión cardinal, enfocándose en cómo las preferencias observables pueden modelar el comportamiento del consumidor.

Desde esta visión, Pareto demostró que una asignación es eficiente cuando no es posible mejorar el bienestar de un individuo sin empeorar el de otro. A esto se le conoce como **eficiencia en el sentido de Pareto**. Por lo que decimos que una asignación x en la caja de Edgeworth es óptima de Pareto si no existe otra asignación alternativa \tilde{x} factible.

Figura 3

Asignación Eficiente En El Sentido De Pareto



Nota. Elaboración propia en base a la información bibliográfica consultada.

En la representación gráfica de la caja de Edgeworth, el área coloreada representa el conjunto de asignaciones factibles o posibles para los dos consumidores. Esta área incluye todas las combinaciones de bienes que pueden intercambiarse entre ellos. Las curvas de indiferencia de los dos consumidores se cruzan en la dotación inicial, que es el punto de partida del intercambio. Esto significa que, desde ese punto, existen oportunidades de intercambio mutuamente beneficiosas.

Cualquier asignación que se encuentre dentro de esta área sombreada representa una posible redistribución de bienes que respeta las restricciones de dotación inicial. Sin embargo, no todas las asignaciones dentro de esta zona son óptimas en el sentido de Pareto. Solo aquellas asignaciones donde las curvas de indiferencia son tangentes serán consideradas eficientes de Pareto.

Esta eficiencia se logra cuando las relaciones marginales de sustitución (RMS) entre dos bienes son iguales para todos los consumidores involucrados. Matemáticamente, esto se expresa como:

$$RMS_A = \frac{UMg_{1A}}{UMg_{1B}} = \frac{UMg_{1B}}{UMg_{2B}} = RMS_B \quad (1.19)$$

Donde, RMS_A y RMS_B representan las relaciones marginales de sustitución a las cuales los consumidores 1 y 2 están dispuestos a intercambiar el Bien 1 (x_{11} y x_{12}) por el Bien 2 (x_{21} y x_{22}), dado su nivel de utilidad. Por lo que todas las asignaciones donde van a ser tangentes a la curva de indiferencia que por lo menos van a obtener el mismo nivel de satisfacción que con sus dotaciones iniciales van a conformar la curva de contrato, sin embargo, la definición de equilibrio Walrasiano identifica las asignaciones sobre la recta presupuestaria, por lo que solamente en este punto se obtiene el sistema de precios con los que se obtiene el equilibrio, dado esta condición podemos decir que todo equilibrio walrasiano es óptimo de Pareto, mientras que no todo óptimo de Pareto es un equilibrio, por lo que un equilibrio es eficiente en sentido de Pareto siempre y cuando las RMS_i se igualan a la relación de precios de equilibrio.

$$RMS_A = \frac{p_1^*}{p_2^*} = RMS_B \quad (1.20)$$

En esta condición los mercados se equilibran como lo observamos en la figura 5, en donde se consumen todas las cantidades disponibles, por lo que en condiciones de equilibrio la demanda total de cada uno de los bienes debe de ser igual a la oferta total, por lo que las ecuaciones 1.14 y 1.15 se pueden reordenar para describir el equilibrio como:

$$[x_{11}(p_1^*, p_2^*) - w_{11}] + [x_{12}(p_1^*, p_2^*) - w_{12}] = 0 \quad (1.21)$$

$$[x_{21}(p_1^*, p_2^*) - w_{21}] + [x_{22}(p_1^*, p_2^*) - w_{22}] = 0 \quad (1.22)$$

Lo cual indican que la suma de las demandas netas de cada bien por parte de cada agente debe ser cero. Es decir, la cantidad neta que decide demandar u ofrecer el individuo 1 debe ser igual a la cantidad neta que decide demandar u ofrecer el individuo 2. Por lo que podemos denotar la función exceso de demanda del bien j para el consumidor i como $e_{ji}(p) = x_{ji}(p) - w_{ji}$, de manera que podemos reescribir el sistema de demandas netas en términos de funciones de exceso de demanda.

$$e_{11}(p^*) + e_{12}(p^*) = 0 \quad (1.23)$$

$$e_{21}(p^*) + e_{22}(p^*) = 0 \quad (1.24)$$

Podemos finalmente definir la función exceso de demanda agregada del bien j como $Z_j(p) = e_{j1}(p) + e_{j2}(p)$, por lo que nos permite definir el equilibrio Walrasiano con un vector de precios p^* y una asignación x^* tal que $Z_j(p^*) = 0$, para cada $j = 1, 2$ llevándonos al planteamiento de la ley de Walras.

1.1.2 Precios Relativos y Existencia del Equilibrio

En el contexto del equilibrio general, los **precios relativos** son más importantes que los precios absolutos, ya que las decisiones de los agentes económicos dependen de las relaciones de precios entre bienes. Dado que las funciones de demanda de los consumidores son homogéneas de grado cero tanto en los precios como en la renta, lo que significa que multiplicar todos los precios por una constante $\alpha > 0$ no se alterara las decisiones de los consumidores. Por lo tanto, si p^* un sistema de precios de equilibrio, cualquier escala del sistema αp^* , también es un equilibrio. Esto implica que en el equilibrio solo quedan determinados los precios relativos:

$$\text{precios relativos} = \frac{p_1}{p_2} \quad (1.25)$$

El equilibrio se alcanza cuando estos precios relativos ajustan la oferta y la demanda de manera que todos los mercados estén en equilibrio simultáneamente. Este puede demostrarse mediante el **teorema del punto fijo de Brouwer**, el cual es el resultado fundamental en la teoría matemática que se aplica a funciones continuas definidas en un espacio compacto y convexo. En términos simples, el teorema asegura que cualquier función continua que mapea un conjunto convexo en sí mismo tiene al menos un punto fijo, es decir, un punto donde la función evaluada en ese punto devuelve el mismo punto.

En el contexto del equilibrio general de Walras, el teorema del punto fijo de Brouwer se aplica a las funciones de exceso de demanda. Estas funciones, $Z_1(p_1, p_2)$ y $Z_2(p_1, p_2)$, describen cómo la demanda neta de los bienes 1 y 2 varía en función de los precios p_1 y p_2 . Para que se cumpla con el equilibrio general, necesitamos encontrar un conjunto de precios p_1^*, p_2^* donde el exceso de demanda en ambos sea cero:

$$Z_1(p_1^*, p_2^*) = 0 \quad \text{y} \quad Z_2(p_1^*, p_2^*) = 0 \quad (1.26)$$

El teorema del punto fijo de Brouwer garantiza la existencia de ese conjunto de precios bajo ciertas condiciones:

- **Continuidad de las Funciones de Exceso de Demanda:** Para aplicar el teorema, las funciones $Z_1(p_1, p_2)$ y $Z_2(p_1, p_2)$ deben ser continuas. Esto significa que pequeños cambios en los precios p_1 y p_2 deben resultar en pequeños cambios en los excesos de demanda.
- **Convexidad del Conjunto de Precios:** El conjunto de precios (p_1, p_2) debe formar un espacio compacto y convexo. En economía, esto se traduce en que los precios no pueden ser negativos y que pueden variar dentro de un rango limitado.
- **Preservación del Conjunto:** Las funciones de exceso de demanda deben mapear cualquier par de precios en otro par de precios dentro del mismo conjunto. Es decir, el resultado de la función debe permanecer dentro del espacio económico relevante de precios.

Bajo estas condiciones, el teorema asegura que existe al menos un par de precios (p_1^*, p_2^*) donde los mercados de bienes 1 y 2 están en equilibrio simultáneamente, es decir, donde no hay exceso de demanda ni de oferta en ninguno de los mercados.

1.1.3 Ajuste de Precios por el Subastador Walrasiano

El ajuste de precios para alcanzar este equilibrio es conceptualizado mediante el subastador walrasiano. Este subastador es un agente teórico que se encarga de ajustar los precios en la economía de manera que se cumplan las condiciones de equilibrio en todos los mercados.

El subastador opera de la siguiente manera:

- **Exceso de Demanda:** Si el subastador observa un exceso de demanda en un mercado, significa que la cantidad demandada supera la cantidad ofrecida al precio actual. En respuesta, el subastador incrementa el precio del bien hasta que la demanda disminuya y la oferta aumente, llevando el mercado hacia el equilibrio.
- **Exceso de Oferta:** Si, por otro lado, el subastador detecta un exceso de oferta, significa que la cantidad ofrecida es mayor que la cantidad demandada. En este caso, el subastador reduce el precio del bien, lo que provoca un aumento en la demanda y una reducción en la oferta, nuevamente moviendo el mercado hacia el equilibrio.

Este proceso de ajuste continúa hasta que se alcanza un conjunto de precios (p_1^*, p_2^*) en el que:

$$Z_1(p_1^*, p_2^*) = 0 \quad \text{y} \quad Z_2(p_1^*, p_2^*) = 0 \quad (1.27)$$

En este punto, los mercados están en equilibrio, es decir, la oferta iguala la demanda en todos los mercados simultáneamente, y no existen fuerzas adicionales que impulsen cambios en los precios.

1.1.4 La Ley de Walras

En el contexto del modelo de equilibrio general desarrollado por Léon Walras, uno de los principios fundamentales es la Ley de Walras. Esta ley establece que, en cualquier sistema de precios de equilibrio, la suma de los valores de los excesos de demanda en todos los mercados debe ser igual a cero, es decir que, dado un sistema de precios, los agentes demandan la mejor cesta de consumo cumpliendo con su restricción presupuestaria, en donde la demanda total se igualara a la oferta total para todos los bienes y la suma de los valores de los excesos de demanda en todos los mercados debe ser igual a cero. En términos matemáticos, si p_j representa el precio del bien j y $Z_j(p_1, \dots, p_n)$ es el exceso de demanda del bien j , la ley de Walras se expresa de la siguiente forma:

$$\sum_{j=1}^n p_j * Z_j(p_1, \dots, p_n) = 0 \quad (1.28)$$

De esta ecuación surge el corolario de la Ley de Walras, que nos indica que en una economía con n bienes, si $n - 1$ mercados están en equilibrio, el mercado restante también debe de estar en equilibrio, esto es debido a que la suma ponderada de los excesos

de demanda en todos los mercados, multiplicada por los precios, es igual a cero. Por lo tanto, si todos menos uno de los mercados está en equilibrio, el último necesariamente debe cumplir la misma condición.

Hasta el momento hemos establecido como las cantidades demandas, deben de ser iguales a las cantidades ofrecidas, lo que nos indica que, dado un sistema de precios, los demandantes van a responder con un vector de demanda, y los oferentes con uno de oferta, hasta lograr el equilibrio sin que se presenten excesos de demanda.

1.1.5 El Productor y la Maximización del Beneficio

Hasta este punto, hemos trabajado en una economía sin producción, en la que los intercambios se basan en las dotaciones iniciales de los consumidores. Sin embargo, introducimos ahora al productor, un agente encargado de transformar insumos, como el trabajo (L) y el capital (K), en bienes que luego se intercambian en el mercado. La tecnología de producción, que describe cómo se combinan estos insumos para obtener bienes, se representa formalmente mediante una función de producción.

En la economía también vamos a contar con m productores los cuales denotaremos con el subíndice $i = 1, 2, \dots, m$, es decir las empresas encargadas de generar bienes y servicios, una mercancía puede ser un factor de producción en un proceso de producción o un producto en otro. Los productores tienen escoger un plan de producción el cual denotaremos como un vector de la forma $y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in}) \in \mathbb{R}^n$ con $j = (1, 2, \dots, n)$, donde j va a representar los bienes económicos.

El plan de producción de una empresa va a contener todos los elementos y_{ij} , que van a formar parte del proceso de producción, si $y_{ij} > 0$ representa la cantidad producida del bien j es decir un producto, $y_{ij} < 0$ representa un insumo, $y_{ij} = 0$ indica que la mercancía no forma parte de la producción de la empresa, todos los posibles planes van a conformar el conjunto de producción el cual denotaremos como $Y_i \in \mathbb{R}^n$.

La relación entre los insumos insumo y la producción producto para cada uno de los bienes se representa mediante la función de producción la cual podemos describir de la siguiente manera:

$$y_j = f(K_j, L_j) \quad (1.29)$$

Donde:

K_j es la cantidad de capital utilizada por el productor i ,
 L_j es la cantidad de trabajo empleada por el productor i ,
 y_j es la cantidad de producto del bien.

Esta función de producción va a reflejar, como mediante la tecnología disponible, el productor, va a transformar los insumos en bienes. La eficiencia y la capacidad de sustitución entre los insumos son cruciales para comprender como se comportamiento del productor.

El conjunto de producción Y_i esta caracterizado por comportamientos esenciales los cuales va a influir en la toma de decisiones del productor.

1. **Monotonidad:** si el productor utiliza más insumos en su proceso, no debería producir menos bienes, esto está reflejado en que las derivadas parciales de la función de producción respecto a los insumos son no negativas:

$$\frac{\partial f(K_j, L_j)}{\partial K_j} \geq 0 \quad y \quad \frac{\partial f(K_j, L_j)}{\partial L_j} \geq 0 \quad (1.30)$$

2. **Producto Marginal Decreciente:** A medida que se incrementa la cantidad de un insumo, manteniendo el otro constante, el producto marginal de ese insumo tiende a disminuir. Este fenómeno, conocido como **rendimientos decrecientes**, se refleja en las segundas derivadas parciales:

$$\frac{\partial^2 f(K_j, L_j)}{\partial K_j^2} \leq 0 \quad y \quad \frac{\partial^2 f(K_j, L_j)}{\partial L_j^2} \leq 0 \quad (1.31)$$

3. **Rendimientos a Escala:** Dependiendo de la tecnología, los rendimientos a escala pueden ser constantes, crecientes o decrecientes. Los rendimientos constantes a escala implican que un aumento proporcional en todos los insumos genera un aumento proporcional en la producción. Formalmente esto lo describimos como:

$$f_i(\lambda K_i, \lambda L_i) = \lambda f_i(K_i, L_i) \quad (1.32)$$

Estas propiedades van a garantizar que las decisiones del productor sean consistentes con la eficiencia en una economía.

El objetivo del productor es maximizar su **beneficio** π_j que se define como la diferencia entre los ingresos obtenidos por la venta de los bienes y los costos asociados a los insumos utilizados en el proceso productivo. Matemáticamente, el beneficio se expresa como:

$$\pi_j = \sum_{j=1}^n p_j y_j - (w * L_j - r * K_j) \quad (1.33)$$

Cada productor enfrenta un conjunto de precios de los bienes $p = (p_1, \dots, p_n)$, donde p_j es el precio del bien j , y_{ij} es la cantidad del bien j producida por el agente i . Asimismo, el productor paga por los insumos donde w representa el salario (el precio del trabajo) y r el costo del capital.

El problema del productor es elegir las cantidades óptimas de trabajo, L_j y capital K_j , Para hacerlo, debe resolver un problema de maximización sujeto a la restricción tecnológica impuesta por la función de producción esto se expresa de la siguiente manera:

$$\max \pi_j = \sum_{j=1}^n p_j f(K_j, L_j) - (wL_j - rK_j) \quad (1.34)$$

El conjunto de todas las combinaciones K_j y L_j que permiten producir un mismo nivel de producto se denomina isocuanta, Estas curvas son análogas a las curvas de indiferencia en el análisis del consumidor, pero en este caso aplicadas a la producción. Cada punto sobre una isocuanta indica diferentes combinaciones de capital y trabajo que generan el mismo nivel de producción. Una isocuanta más alejada del origen indica un nivel de producción mayor, lo que refleja el aumento en la capacidad productiva de la empresa al utilizar más insumos.

La pendiente de las isocuantas mide la tasa a la cual el productor puede sustituir uno de los insumos (por ejemplo, trabajo) por otro (capital), sin cambiar el nivel de producción. Esta pendiente recibe el nombre de Tasa Marginal de Sustitución Técnica (TMS). La TMS expresa cuántas unidades de capital pueden sustituirse por una unidad adicional de trabajo, manteniendo constante el nivel de producción, la TMS se expresa como la relación entre los productos marginales del trabajo y del capital:

$$TMS_{KL} = \frac{\frac{\partial f(K_j, L_j)}{\partial L_j}}{\frac{\partial f(K_j, L_j)}{\partial K_j}} \quad (1.35)$$

El productor para maximizar su beneficio se enfrenta una restricción presupuestaria que depende de los costos de los insumos que utiliza. Esta restricción se

representa mediante la recta de isocosto, que muestra todas las combinaciones posibles de capital K_j y trabajo L_j que el productor puede comprar dado un nivel de gasto total en insumos. Formalmente, la recta de isocosto se expresa como:

$$wL_j - rK_j = C_j \quad (1.35)$$

Donde C_j es el costo total en el que incurre el productor para utilizar L_j unidades de trabajo y K_j unidades de capital. La pendiente de esta recta es la relación entre los precios de los insumos, lo que refleja el costo relativo de utilizar más trabajo o más capital. La pendiente se puede expresar como:

$$\frac{dK_j}{dL_j} = -\frac{w}{r} \quad (1.36)$$

Esto indica que, si el productor quiere emplear más trabajo sin aumentar el gasto total, deberá reducir el capital en proporción al salario w y al costo del capital r , por lo que podemos definir los precios relativos de los factores de producción como $\frac{w}{r}$.

El productor maximiza su beneficio eligiendo las combinaciones de capital y trabajo que minimicen el costo de producción para un nivel de producción determinado. Este equilibrio se alcanza cuando la curva de isocoste es tangente a la curva de isocuanta más alta posible. En ese punto, el productor está empleando la combinación óptima de insumos dada su restricción presupuestaria.

El productor ajusta las cantidades de insumos hasta que el producto marginal de cada insumo es igual a su costo. Las condiciones de primer orden para maximizar el beneficio son:

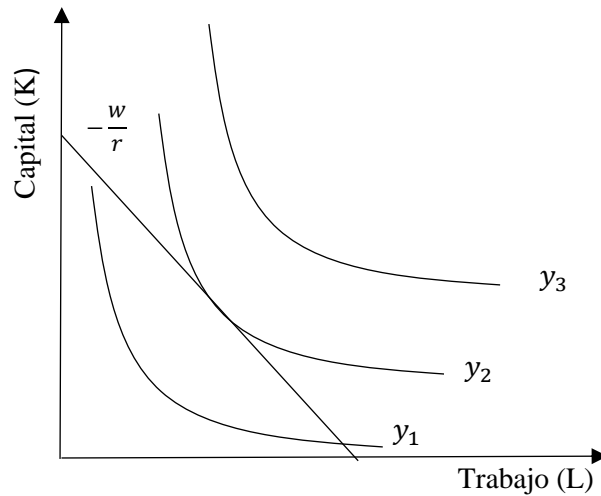
$$p_j \frac{\partial f(K_j, L_j)}{\partial L_j} = w \quad \text{condicion de equilibrio para el trabajo} \quad (1.37)$$

$$p_j \frac{\partial f(K_j, L_j)}{\partial K_j} = r \quad \text{condicion de equilibrio para el capital} \quad (1.38)$$

Estas condiciones indican que el productor ajustará la cantidad de trabajo y capital hasta que el producto marginal del trabajo y el producto marginal del capital sean iguales a sus respectivos costos (salario w y precio de capital r). Es decir, cuando la tasa marginal de sustitución es igual a la relación de precios.

Figura 4

Equilibrio Del Productor



Nota. Elaboración propia en base a la bibliografía consultada.

$$TMS_{KL} = \frac{W}{r} \quad (1.39)$$

A partir de las condiciones de maximización del beneficio, podemos derivar la función de oferta del productor, que describe la cantidad de bienes que el productor ofrecerá en función de los precios de los bienes y los insumos. Esta función se expresa como:

$$x_j^s = p_j f(K_j, L_j) \quad (1.40)$$

Esta ecuación nos indica la elección óptima dentro conjunto de producción Y_j por parte del productor.

1.1.6 Funciones de producción Cobb-Douglas y de Proporciones Fijas (Leontief).

La función de producción Cobb-Douglas es una de las más comunes en teoría económica debido a su flexibilidad y su capacidad para reflejar cómo los insumos de capital y trabajo pueden sustituirse entre sí de manera proporcional. La función Cobb-Douglas se representa de la siguiente manera:

$$y_j = A_j K_i^{\alpha_j} L_i^{\beta_j} \quad (1.41)$$

Donde:

A_j representa la eficiencia tecnológica del productor i frente al bien j ,

K_i es la cantidad de capital utilizada por el productor i ,

L_i es la cantidad de trabajo empleada por el productor i , α_j y β_j son las elasticidades de producción respecto al capital y al trabajo, respectivamente.

Las elasticidades en la función van a indicar cómo varía la producción cuando se incrementan los insumos en una proporción dada. Una de las características fundamentales en la función Cobb-Douglas es la existencia de rendimientos constantes si $\alpha_j + \beta_j = 1$, significa que, si se duplica ambos insumos, la producción también se duplicara. Sin embargo, si $\alpha_j + \beta_j > 1$, los rendimientos a escala serán crecientes, y si $\alpha_j + \beta_j < 1$, los rendimientos serán decrecientes.

Además, la función Cobb-Douglas implica que el producto marginal de cada insumo es decreciente es decir que, si se mantiene constante el uso de un insumo, el producto adicional generado por una unidad adicional del otro insumo disminuirá conforme se utilice más. Esto refleja la ley de rendimientos decrecientes, que está presente en la mayoría de las situaciones de producción.

Cuando el productor utiliza una tecnología Cobb-Douglas, su problema de maximización del beneficio sigue el mismo principio básico: encontrar las cantidades de trabajo y capital que maximicen el beneficio, dado el precio de los insumos y del producto. La condición de primer orden que se obtiene de la maximización del beneficio es:

$$p_j \frac{\partial f_i(K_i, L_i)}{\partial L_i} = w \text{ y } p_j \frac{\partial f_i(K_i, L_i)}{\partial K_i} = r \quad (1.42)$$

Esto significa que el productor incrementa el uso de cada insumo hasta que el producto marginal del trabajo iguale el salario (w) y el producto marginal del capital iguale su costo (r).

Además, las isocuantas en una función Cobb-Douglas tienen una forma convexa, lo que refleja la capacidad de sustitución entre los insumos. Cuanto más flexibles sean las sustituciones entre capital y trabajo, más fácil será para el productor ajustar sus decisiones de insumo en respuesta a cambios en los precios relativos.

1.1.7 Función de producción de Proporciones Fijas (Leontief).

La función de producción Leontief representa el caso opuesto a la Cobb-Douglas en términos de flexibilidad. En esta tecnología, los insumos deben combinarse en

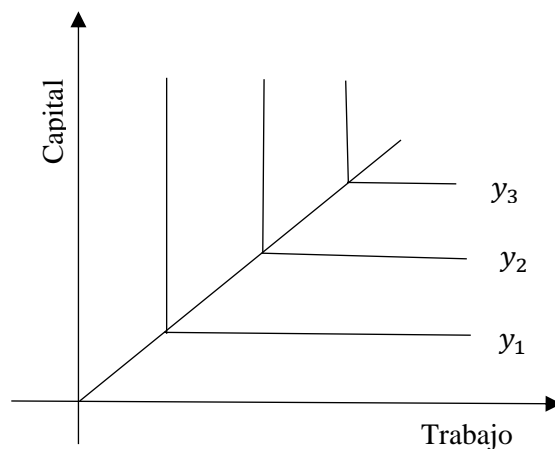
proporciones fijas, en este escenario, los insumos no son sustituibles entre sí, por lo que el nivel de producción está limitado por el insumo más escaso, la función de producción se escribe de la siguiente forma:

$$y_j = \min\left(\frac{K_j}{\alpha}, \frac{L_j}{\beta}\right) \quad (1.43)$$

Donde α y β son los coeficientes técnicos que indican las proporciones fijas en que deben combinarse el capital y el trabajo para producir una unidad de bien j .

Figura 5

Coefficientes Fijos



Nota. Elaboración propia con base a la bibliografía consultada.

En la función Leontief, la producción no puede incrementarse simplemente añadiendo más de uno de los insumos; es necesario que ambos aumenten en la proporción especificada por los coeficientes técnicos. Esto implica que, si el capital está en exceso, pero el trabajo es insuficiente, el nivel de producción estará limitado por la cantidad de trabajo disponible, y viceversa.

Las curvas isocuantas de esta función de producción tienen una forma angular, ya que los insumos deben combinarse en proporciones exactas. No es posible sustituir uno por el otro, lo que genera una rigidez en la producción. Para incrementar la producción, ambos insumos deben aumentar en proporciones exactas.

El productor que utiliza una tecnología Leontief se enfrenta una restricción tecnológica rígida, que limita su capacidad de ajustar los insumos. El problema de maximización del beneficio, se formula de la siguiente manera:

$$\max \pi_j = p_j * \min\left(\frac{K_j}{\alpha}, \frac{L_j}{\beta}\right) - (wL_j - rK_j) \quad (1.44)$$

El productor seleccionara las cantidades de capital y trabajo de manera que se mantengan las proporciones técnicas determinadas por α y β , asegurando que los insumos se utilicen en las proporciones correctas para minimizar el costo total y maximizar el beneficio. La solución a este problema no implica ajustar los insumos para equilibrar sus productos marginales, como ocurre en la tecnología Cobb-Douglas, sino asegurarse de que el capital y el trabajo estén disponibles en las cantidades exactas necesarias para la producción llegando a la condición de equilibrio.

1.1.8 Equilibrio Walrasiano.

El equilibrio en el mercado se alcanza cuando la oferta de bienes producidos por las empresas se iguala con la demanda de los consumidores esto se logra cuando se encuentra un vector de precios p tal que la oferta y la demanda se equilibren en todos los mercados simultáneamente, esto se expresa como:

$$\sum_{j=1}^n p x_j^d = \sum_{j=1}^n p x_j^s \quad (1.45)$$

Este sistema de ecuaciones representa en punto donde la demanda total de cada bien es igual a la oferta total disponible en la economía. En este contexto, el modelo de equilibrio general se convierte en una herramienta esencial para entender cómo las interacciones entre distintos sectores y agentes económicos permiten alcanzar un estado de equilibrio en el cual todos los mercados están balanceados.

Al revisar el desarrollo del equilibrio general, nos muestra como este modelo ofrece una visión sistémica de la economía, donde todos los mercados interactúan y se ajustan simultáneamente hasta alcanzar un equilibrio. La relevancia de esta teoría radica en su capacidad para explicar cómo los precios y las cantidades de bienes y factores se ajustan en función de la oferta y la demanda de cada mercado. Este enfoque permite captar las interrelaciones entre los diferentes actores económicos (hogares, empresas, gobierno) y sectores de la economía.

A partir de este desarrollo, es posible derivar las ecuaciones que estructuran el modelo de equilibrio general. Estas ecuaciones son las que permiten formalizar y cuantificar el equilibrio en los distintos mercados de bienes y factores, así como entender

la dinámica de precios en una economía. Las ecuaciones fundamentales que resultan de este análisis son las siguientes:

1. **Funciones del mercado de factores:** Las empresas demandan factores productivos como trabajo, capital y tierra para poder producir bienes y servicios. Los hogares, por su parte, son los proveedores de estos factores. En equilibrio, la cantidad de factores ofrecida por los hogares debe igualar la cantidad demandada por las empresas en cada mercado. Esta igualdad asegura que no haya excesos ni déficits en los mercados de factores. Las ecuaciones de este grupo surgen al resolver los problemas de optimización de las empresas, que buscan minimizar costos, y de los hogares, que ofrecen sus recursos a cambio de ingresos.

$$F_i = D_i \quad (1.46)$$

Donde F_i es la oferta del factor i y D_i es la demanda del mismo.

2. **Funciones de demanda del mercado de bienes:** Los consumidores, maximizando su utilidad, demandan bienes y servicios según sus ingresos y los precios de los bienes. En equilibrio, la demanda total de cada bien debe ser igual a la cantidad ofrecida por las empresas. Estas funciones se derivan del problema de maximización de la utilidad del consumidor, sujeto a una restricción presupuestaria. Las ecuaciones resultantes representan cómo los consumidores distribuyen su ingreso entre los distintos bienes, en función de los precios relativos y sus preferencias.

$$x_j = \sum_i d_{ij}(p, m) \quad (1.47)$$

Donde x_j es la cantidad del bien j ofrecida y $d_{ij}(p, m)$ representa la demanda de bien j por el consumidor i , en función de los precios p y de la renta m .

3. **Ecuaciones de oferta y demanda de bienes y factores:** Para que la economía en su conjunto alcance el equilibrio, no solo la oferta y la demanda de bienes deben igualarse, sino también las de los factores productivos. Estas ecuaciones expresan cómo la producción de bienes y servicios en cada sector depende de la disponibilidad de factores y de la demanda tanto interna como externa. En este sentido, el equilibrio se alcanza cuando todas las cantidades

demandadas por los consumidores y los factores de producción utilizados por las empresas igualan las cantidades ofrecidas en todos los mercados de manera simultánea.

$$Y_j = C_j + I_j + G_j + X_j \quad (1.48)$$

Donde Y_j es la producción total del bien j , C_j es el consumo privado, I_j es la inversión, G_j el gasto público y X_j las exportaciones del bien j .

4. **Ecuaciones de precio-costo:** Finalmente, las ecuaciones de precio-costo aseguran que los precios de los bienes reflejen los costos de producción. En equilibrio, el precio de cada bien debe ser igual al costo marginal de producir una unidad adicional del mismo. Este ajuste de precios es lo que permite que se mantenga el equilibrio en los mercados de bienes y factores. Estas ecuaciones se derivan del comportamiento de las empresas, que maximizan sus beneficios, y muestran cómo los precios se ajustan para equilibrar la oferta y la demanda.

$$p_j = \sum_k c_{jk} p_k + w * l_j \quad (1.49)$$

Donde p_j es el precio del bien j , c_{jk} el coeficiente de insumo producto entre el bien j y el bien k , w es el salario y l_j el requerimiento de trabajo para producir el bien j .

En la aplicación del equilibrio general, disponemos de un instrumento como lo es la matriz insumo-producto, propuesta por Wassily Leontief en su análisis. Es una forma del equilibrio general walrasiano, esto es que, del grupo de ecuaciones determinadas en el equilibrio, dos de estas se determinan exógenamente, la oferta de factores (valor agregado), y la demanda final. Por lo tanto, tenemos, que el producto de cada sector estará determinado independientemente de los precios dados por las ecuaciones precio-costo. En este modelo el mercado de factores únicamente se compone del factor de trabajo. Por lo que este modelo computable muestra cómo los productos de ciertas industrias se convierten en insumo para otras, delineando el flujo de bienes y servicios entre los sectores que conforman la economía y evidenciando cómo la producción de un sector depende de la demanda de otros

CAPITULO 2: APLICACIÓN DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL MEDIANTE LA METODOLOGÍA INSUMO-PRODUCTO

El modelo insumo-producto, descrito por Leontief, es una extensión de la teoría clásica de la interdependencia general de las variables económicas. Esta teoría sostiene que la economía de una región, país o incluso del mundo puede verse como un sistema único, donde cada sector está interconectado con los demás. Según Leontief y Alcaide Inchausti (1993), "el conjunto de la economía constituye un sistema único, y se esfuerza por expresar la totalidad de sus funciones en términos de aquellas de sus propiedades estructurales que son susceptibles de cuantificación". Este enfoque es consistente con la teoría del equilibrio general de Walras, que también postula la interconexión de todos los mercados dentro de una economía.

Por lo que el modelo insumo-producto se convierte así en una consecuencia práctica de la teoría del equilibrio general, facilitando la comprensión de cómo las transacciones entre sectores pueden ser cuantificadas y analizadas para prever las necesidades futuras de producción y ajustar la economía en consecuencia. Como señalan Leontief y Alcaide Inchausti (1993), "era necesario registrar las transacciones de una economía de manera correcta para tener cálculos más precisos sobre las cantidades que eran demandadas en una economía", lo cual es esencial para mitigar los riesgos asociados con los errores en estos cálculos.

Las tablas insumo-producto, introducidas por Leontief en 1936, representan estas interrelaciones sectoriales y revelan los flujos de bienes y servicios entre los diversos sectores de la economía. Según Kozikowski Zarska (1988), "estas tablas son herramientas que revelan los flujos de bienes y servicios entre los diversos sectores de la economía" y fueron posteriormente incorporadas como un caso especial dentro del marco analítico más amplio de la programación lineal. Este enfoque permitió llenar la brecha entre el análisis parcial y el agregado, proporcionando un marco empírico robusto para el modelo de equilibrio general de Walras.

El análisis intersectorial propuesto por Leontief se basa en la premisa de que "los flujos de bienes y servicios que se dan entre los diferentes elementos que integran una economía son relativamente estables" (Leontief y Alcaide Inchausti, 1993, p. 64). Esta estabilidad permite construir un cuadro estadístico integral del sistema económico que, al integrarse en un marco teórico más amplio, facilita la comprensión de cómo un cambio

en un sector puede influir en otros. Como afirman Leontief y Alcaide Inchausti (1993), “los efectos derivados de la ocurrencia de un suceso en un punto determinado se transmiten al resto de la economía a través de la cadena de transacciones que une entre sí todos los elementos del sistema” (p. 76).

El modelo insumo-producto se fundamenta en la idea de que cada sector de la economía produce un bien, a su vez, es utilizado como insumo por otros sectores. La matriz insumo-producto describe cómo se distribuyen estos productos e insumos entre los sectores, proporcionando una representación matricial del equilibrio sectorial entre la oferta y la demanda de bienes y servicios. Según Hernández (2012), "la matriz insumo-producto es una descripción sistemática de la economía de un país o región", que permite analizar y cuantificar los niveles de producción sectorial necesarios para satisfacer ciertos niveles de consumo e inversión.

2.1 SUPUESTOS BÁSICOS DEL MODELO INSUMO-PRODUCTO

El modelo insumo-producto se fundamenta en varios supuestos que simplifican la complejidad de las economías reales, permitiendo así su análisis y modelización. Estos supuestos proporcionan una estructura clara para entender las interrelaciones entre los diferentes sectores económicos y cómo estos interactúan en la producción y el consumo de bienes y servicios. A continuación, se describen los tres supuestos básicos que sustentan este modelo.

2.1.1 Homogeneidad Sectorial

El primer supuesto del modelo insumo-producto es la homogeneidad sectorial. Este supuesto establece que cada insumo es suministrado por un único sector, lo que implica que cada sector se especializa en la producción de un conjunto específico de bienes o servicios, sin involucrarse en la producción de bienes secundarios. En esencia, se asume que todos los productos dentro de un sector son homogéneos, lo que facilita la modelización de las interacciones entre sectores.

En la práctica, lograr una homogeneidad perfecta en todos los sectores es complejo, ya que las unidades productivas pueden diferir en términos de tecnología, tamaño o eficiencia. Sin embargo, para mantener la utilidad y la coherencia del modelo, se pueden adoptar dos enfoques:

- Agrupación estricta de unidades homogéneas: En este enfoque, se agrupan únicamente aquellas unidades productivas que comparten características de producción muy similares. Esto asegura que, dentro de cada sector, las unidades sean homogéneas en términos de producción y comportamiento, lo que facilita un análisis preciso dentro del marco del modelo insumo-producto.
- Agrupación flexible con criterios homogéneos clave: Este enfoque permite cierta variabilidad dentro de un sector, agrupando unidades que pueden diferir en algunos aspectos, pero que comparten características clave. Estas características comunes permiten que, a pesar de sus diferencias, las unidades dentro de un sector sean tratadas como homogéneas para los propósitos del análisis.

Ambos enfoques permiten que el modelo insumo-producto sea aplicable en diferentes contextos, manteniendo su relevancia teórica y su utilidad práctica.

2.1.2 Complementariedad Estricta de Factores de Producción

El segundo supuesto es la complementariedad estricta de factores de producción, que establece que los sectores no pueden sustituir unos factores por otros en sus procesos productivos. Esto significa que cada mercancía se produce utilizando un conjunto específico y fijo de elementos, y que estos no son intercambiables entre sí.

En otras palabras, para producir una unidad de producto en un sector, es necesario utilizar cantidades fijas de cada componente, y no es posible sustituir un factor por otro en el proceso. Esta rigidez en las proporciones asegura que la producción en cada sector dependa directamente de la disponibilidad de los elementos requeridos en las cantidades necesarias.

Este concepto de coeficientes fijos es fundamental en el modelo insumo-producto, ya que simplifica el análisis al eliminar la posibilidad de sustitución entre factores. De este modo, se representa de manera directa y cuantificable la interdependencia entre sectores, dado que la producción de cada uno depende de una combinación específica de recursos provenientes de otros sectores de la economía.

2.1.3 Rendimientos Constantes a Escala

El tercer supuesto fundamental del modelo insumo-producto es el de rendimientos constantes a escala. Este supuesto implica que, si se duplican todos los insumos utilizados en el proceso de producción, el producto resultante también se duplicará. En otras

palabras, los sectores de la economía operan bajo la premisa de que las proporciones en las que se utilizan los insumos no cambian, independientemente de la escala de producción.

Este supuesto simplifica significativamente el análisis porque permite modelar la producción de cada sector de manera lineal. Bajo esta premisa, la relación entre insumos y producto es proporcional, lo que facilita la construcción de la matriz insumo-producto, donde cada entrada de la matriz refleja la cantidad de un insumo necesario para producir una unidad de un bien.

Los rendimientos constantes a escala aseguran que los coeficientes técnicos que describen las relaciones entre insumos y producto en cada sector sean constantes, lo que significa que las mismas proporciones de insumos se utilizan, sin importar la cantidad total de producto que se produzca. Esto permite prever de manera precisa cómo los cambios en la demanda de un sector afectarán la producción en otros sectores, facilitando la planificación económica y el análisis de políticas.

2.2 ESTRUCTURA DEL MODELO INSUMO-PRODUCTO

El modelo insumo-producto se organiza alrededor de tres matrices fundamentales que permiten analizar en detalle las interrelaciones económicas entre los distintos sectores. La matriz de transacciones, que es la principal, va a recoger los flujos de bienes y servicios entre sectores, capturando tanto el consumo intermedio como los requerimientos de cada sector para producir su oferta. A partir de esta matriz, se derivan dos matrices adicionales que complementan el análisis: la matriz de coeficientes técnicos, que muestra la proporción de insumos que cada sector necesita de los otros para producir una unidad de su producto, y la matriz de coeficientes de interdependencia, que permite observar cómo las relaciones directas e indirectas se propagan en la economía. En conjunto, estas matrices capturan las interacciones esenciales dentro de la economía, facilitando la comprensión de cómo los cambios en un sector pueden influir en los demás y permitiendo un análisis profundo de las conexiones sectoriales.

2.2.1. Matriz de Transacciones

La matriz de transacciones es el núcleo del modelo insumo-producto y se considera el cuadro base de este enfoque. La estructura de la matriz se divide en varios cuadrantes, cada uno representando un aspecto diferente de la actividad económica:

- **Primer Cuadrante (Izquierdo Superior):** Este cuadrante es una matriz de orden $n \times n$, que representa las relaciones intraindustriales e intersectoriales. Las relaciones intraindustriales se encuentran en la diagonal principal de la matriz, mientras que las intersectoriales ocupan los triángulos superior e inferior de la misma. Cada elemento X_{ij} en la matriz indica cuánto del producto i , generado por un sector, se requiere como insumo en el sector j . Así, cada fila representa un sector proveedor i y la suma $\sum_{j=1}^n X_{ij}$ refleja la parte de la producción del sector i destinada al consumo intermedio de otros sectores, incluido el propio sector i . Cada columna, por su parte, representa un sector consumidor j , y la suma $\sum_{i=1}^n X_{ij}$, muestra los insumos producidos por todos los sectores, incluyendo el propio j , que son comprados por el sector j . Este cuadrante resume la actividad intermedia de la economía, permitiendo analizar cómo un cambio en la producción de un sector puede influir directamente en otros.
- **Segundo Cuadrante (Superior Derecho):** En este cuadrante se encuentra la demanda final de los productos de cada sector. Incluye el consumo final de bienes y servicios, subdivididos en consumo privado C , el gasto de gobierno G , las inversiones de capital fijo I , y las exportaciones E . Este cuadrante muestra cómo la producción de un sector específico contribuye a la demanda global, reflejando el impacto de las actividades económicas en el consumo total.
- **Tercer Cuadrante (Inferior Izquierdo):** Aquí se detalla el valor agregado, que incluye los pagos a los factores de producción como salarios, intereses, rentas y ganancias por cada sector. Este cuadrante permite entender cómo se distribuyen los ingresos dentro de la economía, y cómo estos pagos contribuyen al valor total de los bienes y servicios producidos.
- **Cuarto Cuadrante (Inferior Derecho):** Finalmente, este cuadrante resume la producción total de cada sector, sumando el valor de todos los bienes y servicios producidos. Este cuadrante ofrece una visión global de la producción económica, integrando tanto el consumo intermedio como la demanda final.

Tabla 1

Matriz de Transacciones

Oferta Demanda	Demanda intermedia					Demanda Final		Valor bruto de producción			
	S_1	S_2	S_3	...	S_n	$\sum_{j=1}^n$	$Y_C Y_G Y_I Y_E$		$\sum_{j=n+1}^k Y_j$		
S_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1n}	$\sum_{j=1}^n X_{1j}$	$C_1 G_1 I_1 E_1$	Y_1	X_1		
S_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2n}		$C_2 G_2 I_2 E_2$	Y_2	X_2		
S_3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	X_{3n}		$C_3 G_3 I_3 E_3$	Y_3	X_3		
\vdots	\vdots	\vdots	I	\vdots	\vdots	$\sum_{j=1}^n X_{nj}$	\vdots	\vdots	\vdots		
S_n	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	...	X_{nn}		$C_n G_n I_n E_n$	Y_n	X_n		
$\sum_{j=1}^n$	$\sum_{i=1}^n X_{i1}$	$\sum_{i=1}^n X_{i2}$	$\sum_{i=1}^n X_{i3}$...	$\sum_{i=1}^n X_{in}$	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n$	$C G I E$	$\sum_{i=1}^n Y_i$	$\sum_{i=1}^n X_i$		
Importaciones	M_1	M_2	M_3	...	M_n	$\sum_{j=1}^n M_j$	Cuadrante IV				
Valor agregado	VA_1	VA_2	VA_3	...	VA_n					.	
Salarios	L_1	L_2	III	L_3	...					L_n	.
Beneficios	K_1	K_2	K_3	...	K_n					.	
Impuestos indirectos	T_1	T_2	T_3	...	T_n					.	
Valor bruto de producción	X_1	X_2	X_3	...	X_n	$\sum_{i=1}^n X_i$					

Nota. Tomado de Técnicas de Planificación Macroeconómica (Kozikowski Zarska, 1988)

Las transacciones en la matriz insumo-producto no se registran en unidades físicas, sino en términos monetarios, expresados en los precios finales de los productos de los diferentes sectores. El valor total de los bienes intermedios (insumos de los sectores productivos) vendidos a todos los sectores productivos, más el valor de lo vendido a la demanda final, debe ser igual al valor total de la producción de los sectores productivos.

Es decir que el modelo parte de una identidad contable en la que la producción física de un bien X_i se distribuye como un bien intermedio y final. Este principio se refleja en la igualdad básica de la oferta y la demanda, lo cual se expresa como:

$$DEMANDA = OFERTA$$

$$X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + Y_i = X_i \quad (2.1)$$

O de manera general

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i = X_i, \text{ para cada } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Donde $\sum_{j=1}^n X_{ij}$ representa la demanda intermedia, y Y_i representa la demanda final y X_i representa el Valor bruto de producción (VBP) del sector correspondiente. Esto asegura que la producción de cada sector cubra tanto la demanda intermedia como la final, manteniendo el equilibrio económico.

Asimismo, cada columna de la matriz insumo-producto muestra que el valor del producto de cada sector es igual a la suma de sus gastos en insumos producidos e insumos primarios. En la columna j :

$$X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{nj} + M_j + VA_j = X_j \quad (2.3)$$

O de manera general:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} + M_j + VA_j = X_j, \text{ para cada } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Donde $\sum_{i=1}^n X_{ij}$ son los insumos producidos nacionalmente, M_j son los insumos importados, y VA_j son los insumos primarios. Esta igualdad garantiza que la producción de cada sector cubra sus necesidades de insumos nacionales, importados y primarios, manteniendo así la coherencia en la producción económica.

Equilibrio General en la Matriz Insumo-Producto

Sumando todas las filas y columnas de la matriz, se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} + \sum_{j=1}^n Y_i = \sum_{j=1}^n X_i \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{j=1}^n M_j + \sum_{j=1}^n VA_j = \sum_{j=1}^n X_j \quad (2.6)$$

Esta igualdad refleja que el valor total de la producción de todos los sectores es el mismo, ya sea que se calcule como la suma de las filas o de las columnas. Por lo tanto, se cumple que:

$$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{j=1}^n X_j \quad (2.7)$$

La suma del lado izquierdo de las ecuaciones de las sumas de las filas y columnas se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} + \sum_{j=1}^n Y_i = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{j=1}^n M_j + \sum_{j=1}^n VA_j \quad (2.8)$$

Donde $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij}$ es la suma de todos los elementos del cuadrante 1 de la matriz.

Dado que sumar primero las filas o las columnas no afecta el resultado, se tiene que:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n X_{ij} \quad (2.9)$$

Esto lleva a la conclusión de que:

$$\text{producto nacional} = \text{ingreso nacional}$$

$$\sum_{j=1}^n Y_i - \sum_{j=1}^n M_j = \sum_{j=1}^n VA_j \quad (2.10)$$

Así se alcanza la identidad fundamental de las cuentas nacionales, que establece que el Producto Nacional (PIB) es equivalente al Ingreso Nacional. En este caso, el producto nacional se determina como el consumo final de todos los sectores económicos menos el valor de las importaciones. Por otro lado, el ingreso nacional como la suma del valor agregado generado en toda la economía, reflejando la producción total interna menos las importaciones. Esta identidad es clave para entender la relación entre producción e ingreso dentro de la economía nacional.

No obstante, la equivalencia entre el consumo final y todos los insumos primarios solo se mantiene a nivel agregado de toda la economía. Si analizamos ésta por sectores, la igualdad puede no cumplirse debido a las interconexiones existentes. El uso de información agregada en el análisis insumo-producto implica cierto grado de abstracción, ya que, por más completa que sea la recolección de datos, es imposible capturar toda la información sobre los procesos económicos, especialmente en contextos con alta informalidad. Sin embargo, estos análisis aún proporcionan una visión bastante precisa sobre el comportamiento general de la economía.

2.2.2 Matriz de Coeficientes Técnicos

La Matriz de Coeficientes Técnicos es una de las herramientas clave del modelo insumo-producto, ya que mediante un análisis cuantitativo permite desglosar y analizar las interrelaciones entre los diferentes sectores de la economía obteniendo la estructura de los costos unitarios de todos los sectores productivos. Esta matriz se deriva de la matriz de transacciones, específicamente de los cuadrantes que representan las transacciones intersectoriales y pago de los factores de producción.

Para construir la matriz de coeficientes técnicos, cada elemento de los cuadrantes I y III se divide por el Valor Bruto de Producción (VBP) del sector correspondiente. Esto

significa que cada entrada de la matriz refleja la proporción o porcentaje del insumo de un sector que se necesita para producir una unidad de un bien en otro sector. Es decir, la matriz de coeficientes técnicos muestra cómo los recursos se distribuyen entre los sectores para generar producción, proporcionando una visión detallada de las interdependencias dentro de la economía.

La matriz de coeficientes técnicos, comúnmente denotada como matriz A, se obtiene de la tabla 1 de la siguiente manera:

$$a_{11} = \frac{X_{11}}{X_1}, \quad a_{12} = \frac{X_{12}}{X_2} \quad (2.11)$$

O de manera general:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}, \quad \text{para cada } j = 1, 2, \dots, n; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.12)$$

Donde:

a_{ij} : es el coeficiente técnico que representa la cantidad del bien i que se requiere para producir una unidad del bien j .

X_{ij} : es la cantidad de bienes del sector i utilizada como insumo en el sector j .

X_j : es el valor bruto de la producción (VBP) del sector j .

Teniendo en cuenta que las funciones de producción son lineales, homogéneas y de primer grado, los coeficientes técnicos son fijos, y no hay producción conjunta. Se puede establecer la función de producción propuesta por Leontief de la siguiente manera:

$$X_j = \min \left(\frac{X_{1j}}{a_{1j}}, \frac{X_{2j}}{a_{2j}}, \dots, \frac{X_{nj}}{a_{nj}} \right) \quad (2.13)$$

Así, la matriz A se conforma por todos los coeficientes técnicos a_{ij} , y es de dimensión $n \times n$, adicionalmente, se define una matriz F que incluye los coeficientes técnicos asociados a los insumos primarios, con tamaño $m \times n$ donde:

$$m_1 = \frac{M_1}{X_1}, \quad w_2 = \frac{W_2}{X_2} \quad (2.14)$$

O de manera general

$$f_{hj} = \frac{F_{hj}}{X_j} \quad \text{para } h = n + 1, \dots, n + m \quad (2.15)$$

En este contexto:

F_{hj} : representa los insumos primarios específicos necesarios para producir X_j .

X_j : es el valor bruto de la producción del sector j .

La matriz de coeficientes técnicos A permite entender cómo los sectores dependen unos de otros para la obtención de insumos, mientras que la matriz F proporciona información sobre cómo los sectores requieren insumos primarios.

Mediante los coeficientes técnicos es posible determinar cómo varían las necesidades de productos en respuesta a los cambios en la economía. Las cantidades en las filas de la matriz indican cómo se distribuye el producto de cada sector entre los demás sectores de la economía; recíprocamente, las cantidades en las columnas muestran los insumos de bienes y servicios que cada sector recibe de otros sectores. Este doble rol de los elementos en las filas y columnas refleja la interdependencia intrínseca en la economía, donde el producto de un sector se convierte simultáneamente en los insumos de otro.

De este modo, la matriz de coeficientes técnicos es fundamental para realizar análisis de impacto ante cambios en la producción o en la demanda final, permitiendo a los economistas y formuladores de políticas prever cómo los cambios en un sector pueden repercutir en toda la economía.

Tabla 2

matriz de coeficientes técnicos

Oferta Demanda	s_1	s_2	s_3	...	s_n	$\sum_{j=1}^n$
s_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}	$\sum_{j=1}^n a_{ij}$
s_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}	
s_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3n}	
⋮	⋮	⋮	Matriz		⋮	
s_n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	...	a_{nn}	
Total insumos nacionales	$\sum_{i=1}^n a_{i1}$	$\sum_{i=1}^n a_{i2}$	$\sum_{i=1}^n a_{i3}$...	$\sum_{i=1}^n a_{in}$	$\sum_{j=1}^n a_{nj}$
Importaciones (M)	m_1	m_2	m_3	...	m_n	
Salarios (L)	w_1	w_2	w_3	...	w_n	
Superavit (K)	k_1	k_2	Matriz F		k_n	
Impuestos indirectos (T)	t_1	t_2	t_3	...	t_n	
Total insumos primarios	f_1	f_2	f_3	...	f_n	

Nota. Tomado de Técnicas de Planificación Macroeconómica (Kozikowski Zarska, 1988)

2.2.3. Matriz de Multiplicadores

La Matriz de Multiplicadores es una parte esencial del análisis insumo-producto, ya que permite cuantificar el impacto total que un cambio en la demanda final de un sector tendrá en toda la economía. Este enfoque no solo considera los efectos directos de un cambio, sino también los efectos indirectos y secundarios a través de la interdependencia entre sectores.

Obtención de la de la Matriz de Multiplicadores

Partimos de la ecuación básica del modelo insumo-producto:

$$\text{Valor de la producción} = \text{demanda intermedia} + \text{demanda final}$$

$$X = AX + Y \quad (2.16)$$

Donde:

$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$ es el vector de producción total $n \times 1$, que indica la cantidad total de producto

que cada sector de la economía produce.

$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$ es la matriz $n \times n$ de coeficientes técnicos.

AX : es el vector de insumos intermedios, es decir, los bienes y servicios que cada sector utiliza como insumos para producir su producto.

$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}$ es el vector de demanda final, que representa la demanda por parte de los

consumidores, el gobierno, las exportaciones, y la inversión.

El término AX refleja la suma de los insumos que cada sector recibe de los demás sectores (y de sí mismo) para producir su producto. Al reorganizar la ecuación, podemos aislar el vector de producción X :

$$X - AX = Y \quad (2.17)$$

Factorizando queda como:

$$(I - A)X = Y \quad (2.18)$$

Donde:

$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$ es una matriz identidad $n \times n$,

$(I - A) = \begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & \cdots & -a_{1n} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & \cdots & -a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{n1} & -a_{n2} & \cdots & (1 - a_{nn}) \end{bmatrix}$ matriz Leontief.

La suma de cada reglón i de la matriz de Leontief indica cuantos centavos de cada peso del producto i queda para la demanda final después de haber satisfecho las demandas

intermedias de todos los sectores. mientras que la suma de cada columna j indica cuántos centavos de cada peso del producto j no son atribuibles a los insumos comprados.

Despejando X :

$$(I - A)^{-1}(I - A)X = (I - A)^{-1}Y$$
$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (2.19)$$

De esta ecuación se obtiene la Matriz Inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$ la cual es fundamental, ya que proporciona los multiplicadores de producción. Los cuales indican cómo un cambio en la demanda final Y en un sector afecta la producción en todos los sectores de la economía.

La Matriz Inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$ puede interpretarse de la siguiente manera:

- **Efectos Directos:** El aumento de la demanda final en un sector genera un incremento en la producción de ese sector para satisfacer esa demanda.
- **Efectos Indirectos:** A medida que aumenta la producción en el sector inicial, este sector necesita adquirir más insumos de otros sectores, lo que a su vez aumenta la producción en esos sectores.
- **Efectos Inducidos:** Los sectores que aumentan su producción debido a la mayor demanda de insumos también incrementan su demanda de insumos de otros sectores, propagando los efectos de manera más amplia en toda la economía.

Estos efectos en cascada se capturan en la Matriz Inversa de Leontief. Cada elemento de la matriz $(I - A)^{-1}$ representa el impacto total, incluyendo los efectos directos, indirectos e inducidos, que un cambio en la demanda final de un sector tendrá en la producción total de otro sector.

Supongamos que en una economía se espera un aumento en la demanda final del sector de la construcción debido a un nuevo proyecto de infraestructura financiado por el gobierno. Usando la Matriz Inversa de Leontief, se puede calcular el impacto total de este aumento en la demanda en toda la economía, no solo en el sector de la construcción, sino también en los sectores que suministran materiales, mano de obra, y otros insumos a la construcción.

Si, por ejemplo, el vector de demanda final Y para la construcción aumenta en un valor ΔY , el vector de producción total ΔX se puede expresar como:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad (2.20)$$

Este cálculo revelará cuánto debe aumentar la producción en cada sector de la economía para satisfacer la nueva demanda final, considerando todas las interdependencias sectoriales.

Ahora si vemos la relación por el lado de la oferta esta sería:

Valor de la producción = Consumo intermedio + Valor agregado

$$X = X'E + VA \quad (2.21)$$

En donde:

$X = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_n]$ es el vector de la producción total $1 \times n$,

$VA = [VA_1 \ VA_2 \ \dots \ VA_n]$ es el vector de valor agregado $1 \times n$,

$E = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{n1} & e_{n2} & \dots & e_{nn} \end{bmatrix}$ es la matriz $n \times n$ de coeficientes técnicos visto desde el lado

de la oferta es decir que cada uno de sus elementos $(e_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i})$, indicara la proporción del sector i ofrecida al sector j , siendo esta semejante a la matriz A .

Despejando a X :

$$X - X'E = VA$$

$$X(I - E) = VA$$

$$X = VA(I - E)^{-1} \quad (2.22)$$

En esta ecuación podemos observar que los factores primarios disponibles en la demanda intermedia se convierten en bienes y servicios, el sistema de demanda también se puede solucionar utilizando la matriz $(I - E)^{-1}$, donde al ser un modelo de equilibrio también se cumple con la condición.

$$\Delta X = (I - E)^{-1} \Delta Y \quad (2.23)$$

Con esto podemos ver las variaciones relativas de la producción (oferta), base a las variaciones relativas de la demanda. El enfoque de multiplicadores insumo producto se aplica en diversas situaciones y modelos:

- **Modelos Uniregionales (SRIO):** Analizan la interdependencia económica dentro de una región o país. Estos modelos son útiles para evaluar el impacto de políticas económicas específicas, como cambios en la política fiscal o aumentos en la inversión pública, sobre la producción total y el empleo en la región.
- **Modelos Regionales (IRIO):** Permiten estudiar las interacciones económicas dentro de regiones específicas de un país. Son fundamentales para comprender las diferencias regionales y planificar políticas que promuevan el desarrollo económico equilibrado.
- **Modelos Multirregionales (MIRO):** Abarcan múltiples regiones o países, analizando las interacciones económicas en un contexto global. Estos modelos son esenciales para estudiar los efectos del comercio internacional, la globalización, y los tratados comerciales sobre las economías nacionales y regionales.

En cada uno de los casos, la Matriz Inversa de Leontief se convierte una herramienta para comprender cómo los cambios en la demanda final se transmiten a través de la economía, afectando la producción, el empleo y el ingreso en todos los sectores.

2.3 ÍNDICES DE INTERDEPENDENCIA Y ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS

En el análisis insumo-producto, los índices de interdependencia sectorial permite analizar cómo los sectores productivos de una economía van a estar relacionados entre sí, tanto en términos de demanda de insumos (eslabonamientos hacían atrás) cómo en términos de oferta de productos intermedios a otros sectores (eslabonamiento hacía adelante). Estas medidas son esenciales para entender como el crecimiento o contracción de un sector puede tener efectos directos e indirectos sobre toda la economía, por lo que a continuación se presentan los principales índices su forma de calcularlos siguiendo la metodología desarrollada en el área de economía mexicana del departamento de economía de la UAM-Azcapotzalco, enmarcados dentro del modelo.

2.3.1 Índices de Interdependencia Directa

los índices de interdependencia directa van a reflejar las relaciones inmediatas de los sectores productivos en cuanto a la demanda de insumos (hacia atrás), y la oferta de productos intermedios (hacia adelante). Estos índices se construyen a partir de la Matriz de Coeficientes Técnicos A para la parte de demanda, y con la matriz E o matriz de entregas par el caso de la oferta.

El índice de interdependencia directa hacia atrás se define como la suma de todos los elementos de la columna correspondiente al sector j en la matriz A :

$$BLD_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (2.21)$$

Donde BLD representa el eslabonamiento hacia atrás del sector j . Este índice cuantifica la cantidad de insumos que un sector recibe de otros para su producción es decir la suma de cada columna indica el total de insumos que necesita el sector j para poder producir una unidad, por lo que está puede ser leído como la estructura de costos. Un valor alto sugiere una fuerte dependencia del sector en cuestión frente a sus proveedores de insumos, lo que convierte en un sector altamente dependiente de otros.

Por su parte el índice de interdependencia directa hacia adelante mide la cantidad de bienes que un sector proporciona como insumos a otros sectores. Se calcula sumando los elementos de la fila i de la matriz E :

$$FLD_i = \sum_{j=1}^n e_{ij} \quad (2.22)$$

Donde FLD representa el eslabonamiento hacia adelante del sector i . Este índice refleja la importancia de un sector como proveedor de insumos intermedios, es decir que la suma de cada fila de la matriz E indica como reparte el sector i su producción por unidad de producto entre los distintos sectores. Un valor elevado en el índice indica que el sector es crucial para otros.

2.3.2 Índices de Interdependencia Directa e Indirecta

A parte de las relaciones directas es necesario considerar las relaciones indirectas entre los sectores, es decir, los efectos en cadena que se generan a través de varios niveles de interdependencia, Para capturar estos efectos, se utiliza la Matriz Inversa de Leontief

$(I - A)^{-1}$ para la demanda la cual será llamada como T y cada uno de sus elementos t_{ij} , y para la oferta la matriz inversa de entregas $(I - E)^{-1}$ la cual llamaremos S y a cada uno de sus elementos S_{ij} , estas matrices incluyen tanto los impactos directos como indirectos de los cambios en la demanda y la oferta en cada uno de los sectores.

El índice de interdependencia hacia atrás directo e indirecto se obtiene sumando las columnas de los elementos correspondientes al sector j en la matriz inversa de Leontief T :

$$BLT_j = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (2.23)$$

Este índice mide el impacto total de un aumento en la demanda final de un sector tiene sobre los que proveen insumos, ya sea de manera directa o indirecta. Un valor elevado indica que cualquier variación en la demanda final del sector genera efectos importantes a lo largo de toda la cadena de producción.

Por otro lado, el índice de interdependencia hacia adelante directo e indirecto se calcula sumando los elementos de la fila i en la matriz inversa de entregas S :

$$FLT_i = \sum_{j=1}^n s_{ij} \quad (2.24)$$

Este índice captura como un cambio en la producción de un sector afecta no solo a los sectores que dependen directamente de sus insumos, sino también a los que dependen de manera indirecta. Sectores con índices altos en este sentido son aquellos que juegan un papel clave como proveedores en la cadena productiva.

2.2.3 Índices Promediados de Interdependencia

Para obtener una medida relativa de la importancia de un sector es útil calcular los índices promediados de interdependencia. El índice promediado hacia atrás mide la dependencia media de los sectores en sus insumos, y se calcula promediando los índices de interdependencia hacia atrás de todos los sectores:

$$\overline{BLD} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n BLD_j \quad \overline{BLT} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n BLT_j \quad (2.25)$$

Un sector cuyo índice hacia atrás esté por encima del promedio es más dependiente de otros sectores que la media de la economía. Del mismo modo, el índice promediado hacia adelante mide la importancia media de un sector como proveedor de insumos para otros:

$$\overline{FLD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FLD_i \quad \overline{FLT} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FLT_i \quad (2.26)$$

Un índice hacia adelante mayor que el promedio sugiere que el sector tiene un papel más significativo como proveedor de insumos que la mayoría de los sectores en la economía.

2.2.4 Índices Relativos

Los índices relativos proporcionan una visión comparativa de la importancia de los sectores en términos de su interdependencia, tanto hacia atrás como hacia adelante. Estos índices se expresan como la relación entre el índice de un sector y el promedio de todos los sectores, estos índices quedarán expresados como:

Índice de interdependencia sectorial directo promediado hacia atrás:

$$BLDP = \frac{BLD}{\overline{BLD}} \quad (2.27)$$

índice de interdependencia sectorial directo promediado hacia adelante:

$$FLDP = \frac{FLD}{\overline{FLT}} \quad (2.28)$$

Índice de interdependencia sectorial directo e indirecto promediado hacia atrás.

$$BLTP = \frac{BLT}{\overline{BLD}} \quad (2.29)$$

Índice de interdependencia sectorial directo e indirecto promediado hacia adelante:

$$FLTP = \frac{FLT}{\overline{FLT}} \quad (2.30)$$

Los resultados que se obtienen de estos índices se pueden interpretar de la siguiente manera:

Si $BLDP > 1$ y $BLTP > 1$, va a significar que ante incrementos unitarios de la demanda final del sector j , la respuesta va a ser un aumento relativamente grande en la

producción promedio de los sectores que abastecen los insumos a dicho sector. Lo que significa que este sector tiene peso considerable sobre el sistema económico en conjunto.

Si $FLDP > 1$ y $FLTP > 1$, va a indicar que, ante un aumento en el vector de la demanda final, el sector i deberá responder con un aumento en su producción por encima del promedio del sistema general de sectores.

Con la obtención de estos índices relativos y al combinarlos, se puede ubicar a cada uno de los sectores en una de las cuatro siguientes categorías:

1. Producción primaria con destino intermedio.
2. Manufacturas con destino intermedio.
3. Manufacturas con destino final.
4. Producción primaria con destino final.

La ubicación de estos sectores se realiza de la siguiente manera:

Para la primera categoría es decir los sectores que se dedican a la producción primaria, serán aquellos cuya demanda de insumos es pequeña, esto se evidencia ya que el índice que mide el efecto hacia atrás va a ser menor a la unidad. Los sectores dedicados a la producción primaria con destino intermedio, se caracterizan por suministrar insumos a otros sectores, por lo que es menor el porcentaje de su producción la que llega al mercado final, esto se refleja en el índice que mide el efecto hacia adelante con un valor mayor a la unidad.

En la segunda categoría encontramos a las manufacturas con destino intermedio, formarán parte de esta categoría aquellos sectores que, para su producción va a requerir una alta masa de insumos, y su producción será destinada en gran parte como insumos para otros sectores, por lo que sus índices tanto los que miden el efecto hacia adelante como hacia atrás va a ser mayor a la unidad.

Para la tercera categoría encontramos a las manufacturas con destino final, en esta categoría se encuentran sectores que, para su producción requieren de una gran cantidad de insumos es decir índice de interdependencia hacia atrás va a ser mayor a la unidad, mientras que su producción una pequeña parte va a ser destinada para la producción de otros sectores lo que indica que el índice de interdependencia hacia adelante es menor a 1, por lo que la oferta que generan estos sectores irá principalmente hacia los consumidores finales.

Por último, en la cuarta categoría encontramos producción primaria con destino final, aquí encontramos a los sectores que consumen una pequeña cantidad de insumos, y la mayor parte de su producción se destina a satisfacer la demanda final. Por lo que los índices de interdependencia tanto hacia adelante como hacia atrás serán menor a la unidad.

Estos índices de interdependencia sectorial promediados, presentan ciertas limitaciones por las ponderaciones presentes, dado que no es posible tratar con igualdad a sectores con distintos niveles de producción. Para poder solucionar este tema y determinar los sectores que realmente abastecen a una rama y en que medida se procede a realizar el cálculo de los encadenamientos.

2.2.5 Encadenamiento Hacia Atrás.

EL modelo insumo-producto nos indica que la producción de cada rama, se va a distribuir en demanda intermedia y demanda final, por lo que si un sector j deja de requerir insumos, los sectores que se los proporcionan tendrán que disminuir su producción, pues como se ha mencionado si se produce más de lo que se requiere se generara un exceso de oferta.

Por lo que una disminución de la producción en cada sector, se verá reflejada en las cantidades que se destinaban a la demanda intermedia, la cual es generada por sectores a los cuales surte, permitiendo que se pueda identificar la cadena de abasto del sector, indicando así su poder de dispersión. Para poder identificar cuáles son las cadenas de abastecimiento, vamos a aislar un sector j , es decir vamos a suponer que el sector va a dejar de demandar, lo que implica que tampoco tendrá producción, para lograr esto vamos a volver cero el renglón y la fila de dicho sector en la matriz de coeficientes técnicos, pero en este caso la demanda final no desaparece. Por lo que el modelo quedaría así:

$$A^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ 0 & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Por lo que para encontrar los encadenamientos hacia atrás es decir como demandante:

$$X^* = VA (I - A^*)^{-1} \quad (2.31)$$

O bien:

$$X^* = T^*Y \quad (2.32)$$

Donde:

X^* es el vector de producción ($n \times 1$) asociado a la matriz A^* ,
 T^* es la matriz inversa de coeficientes técnicos ($n \times n$), con un sector aislado,
 Y es el vector de demanda final ($n \times 1$).

La demanda final será la misma que en el periodo t , tomando este como aquel en los todos los sectores tienen demandas de insumos normales. Por lo que el nivel de producción de X^* será menor al nivel de producción del periodo base X .

La comparación porcentual de X^* y X reflejará la importancia relativa de los sectores abastecedores sobre el sector de estudio.

$$pond. i = \left(1 - \frac{X^*}{X}\right) 100 \quad (2.33)$$

Así mismo una disminución total en la producción nacional, debido a la falta de una rama, indica la importancia de esta en el conjunto económico.

2.2.5 Encadenamiento Hacia Adelante:

Ya que contamos con los encadenamientos hacia atrás, debemos analizar cómo se vincula el sector i como oferente, por lo que plantearemos una lógica similar a la de las cadenas hacia atrás, es decir que, si un sector no produce nada para ofertar, tampoco demandará nada, por lo que partimos de misma matriz de coeficientes técnicos con un sector aislado por lo que para realizar el cálculo de los eslabonamientos hacia adelante sería:

$$X^* = (I - E^*)Y \quad (2.31)$$

O bien:

$$X^* = VA S^* \quad (2.34)$$

Donde:

X^* es el vector de producción ($1 \times n$) asociado a S^* ,
 S^* es la matriz inversa de coeficientes técnicos ($n \times n$) con un sector ausente,
 VA es el vector del valor agregado ($1 \times n$).

Mediante esta ecuación, se pueden obtener distintos niveles de producto X^* para cada sector de la economía, con lo cual podemos identificar la dispersión y el peso de

cada rama dentro del sistema, dependiendo del nivel de producción total que se registre al aislar el sector. Este método permite no solo “separar” un sector de forma individual, sino que también ofrece la flexibilidad de aislar múltiples sectores según lo que requiera el análisis. Así las matrices S^* y T^* pueden configurarse para reflejar hasta $(n - p)$ sectores aislados, donde p es el número de sectores que permanecen integrados en el sistema.

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPLEJOS INDUSTRIALES

Los complejos industriales están formados por sectores que mantienen fuertes vínculos entre sí, cuya interdependencia surge de las relaciones tecnológicas propias del proceso productivo. La existencia de estos complejos depende de la estructura productiva y del grado de articulación entre sectores. Para identificar estos bloques, se utiliza el método basado en la matriz de valores medios, que combina la inversa de Leontief con la inversa de entregas.

El método se desarrolla de la siguiente manera:

1. Se define un límite de relevancia (T) a partir de la matriz inversa de Leontief, calculado como el promedio de todos los arrastres, eliminando previamente los unos de la diagonal principal. Así, el índice de relevancia queda definido como:

$$T = \frac{1}{Z} \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \right) \quad (2.35)$$

Donde n es el número de sectores, y Z es el número de interrelaciones de la matriz inversa diferentes de cero y de uno.

2. Se elabora la matriz promedio combinando la inversa de Leontief con la matriz de entregas.

$$\frac{[(I - A)^{-1} + (I - E)^{-1}]}{2} \quad (2.36)$$

3. A partir de la matriz obtenida, los elementos que superan el límite de relevancia se reemplazan por unos, mientras que aquellos por debajo del límite se sustituyen por ceros.
4. Luego, se suman las filas y columnas de la matriz promedio para obtener el total de encadenamientos correspondientes a cada rama.

5. A continuación, se elimina la rama que presente el menor número de lazos totales. Si existen sectores con encadenamientos totales iguales, se procede a eliminar el que tenga la suma más baja de multiplicadores en filas y columnas.
6. Este proceso se repite hasta encontrar un conjunto en el que todas las ramas estén interconectadas; ese conjunto constituirá el primer complejo.
7. Después, se eliminan de la matriz las ramas que forman parte del primer bloque y se repite el procedimiento para identificar el segundo bloque. El proceso de identificación de complejos finaliza cuando la matriz resultante no contiene ramas interdependientes.

Con este método, se logra agrupar los complejos industriales, mostrando la importancia de las relaciones intersectoriales y resaltando el grado de interdependencia entre sectores en la estructura productiva.

CAPITULO 3: CÁLCULO DE LAS MEDIDAS DE ESPECIALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS PARA COLOMBIA

En este capítulo se busca profundizar en la estructura económica de Colombia, mediante en análisis del Producto Interno Bruto (PIB) y su evolución a lo largo de los años 2005, 2010, 2015 y 2019. Estos años han sido seleccionados estratégicamente como puntos de inflexión relevantes en la economía colombiana debido a su a su cercanía con eventos críticos que han moldeado el entorno económico del país. En particular, la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio (TLC) con los Estados Unidos, firmado el 15 de mayo de 2012, y la firma del acuerdo de paz con las FARC el 26 de septiembre de 2016, tras un prolongado proceso de negociación, son acontecimientos que redefinieron varios sectores de la economía.

El análisis se centra en cómo el PIB, principal indicador de la actividad económica, ha reflejado los cambios en la concentración y especialización de los sectores clave. Esto permitirá comprender la reconfiguración de la actividad productiva del país, explorando no solo las dinámicas de crecimiento económico, sino también las variaciones en el peso relativo de distintas actividades dentro de la economía nacional.

El enfoque metodológico se centra en el cálculo de medidas de localización y especialización, herramientas clave para identificar las regiones y sectores que han ganado o perdido relevancia económica en el contexto nacional. Estas medidas permiten evaluar cómo las actividades económicas se distribuyen en el territorio y cómo varían en su importancia relativa a lo largo del tiempo.

Como punto de partida, es fundamental establecer una definición clara del concepto de región, ya que este constituye el espacio donde interactúan los agentes económicos con los mercados y los flujos de capital que sustentan la dinámica económica. En este sentido, Boudeville (1959) define la región como "un conjunto espacial que integra características físicas, biológicas y sociales, formando una unidad coherente con identidad propia". Esta definición subraya que una región no es una entidad fija o universalmente delimitada, sino más bien una noción relativa cuya configuración depende del contexto específico y de la naturaleza del problema que se analiza.

Complementando esta perspectiva, Vargas Ulate (2012) define la región como “el espacio general que está formado por unidades espaciales que tienen características homogéneas, propias y únicas y que tienen autonomía funcional” (p. 315). Esta noción añade énfasis en la homogeneidad y autonomía funcional de las regiones, resaltando su capacidad para operar como unidades económicas y sociales independientes.

Además, es importante precisar el concepto de espacio, que sirve como marco general en el que se desarrollan las actividades económicas. Según Sánchez (1990), “el espacio geográfico representa el medio en el cual se desarrolla la actividad del hombre, la acción humana y social, o sea, el marco de toda acción, relación, articulación o suceso en el que participa como variable el espacio físico y en el que desarrollan su vida y su actividad los hombres” (p. 13). Desde esta perspectiva, las regiones están contenidas dentro de un espacio geográfico que articula las actividades económicas y sociales, influenciado por condiciones geográficas, políticas y económicas.

3.1 MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN Y DE ESPECIALIZACIÓN.

Cada país o región presenta una distribución heterogénea de sus recursos naturales, población y capital. Esta variabilidad en la distribución no solo refleja las condiciones físicas y geográficas de cada región, sino también las diferencias en los niveles de desarrollo, infraestructura y capacidades productivas. Por lo tanto, para comprender minuciosamente la estructura económica de un país y tomar decisiones bien fundamentadas, es esencial analizar su desarrollo en términos espaciales y sectoriales, reconociendo las particularidades de cada área.

En este contexto, las medidas de localización y especialización de las actividades económicas desempeñan un papel fundamental. Estas herramientas no solo permiten identificar en qué regiones se concentran ciertas actividades productivas, sino también entender cómo estas han evolucionado con el tiempo. Al hacerlo, ofrecen una visión integral de la distribución y dinámica económica, lo que resulta clave para evaluar los cambios en los patrones de desarrollo regional.

Además, la planificación y gestión regional, como explican Lira Cossio y Quiroga (2009), constituye un proceso continuo de transformación de información en conocimiento que guía la toma de decisiones. Este proceso integra la planificación nacional y sectorial con los niveles regionales y locales, involucrando a múltiples actores

con diferentes racionalidades y perspectivas territoriales. Así, la planificación no solo busca coordinar las acciones en distintos niveles, sino también garantizar que estas decisiones respondan a las necesidades específicas de cada territorio.

Por lo tanto, el análisis de las actividades económicas desde una perspectiva espacial permite identificar oportunidades y retos únicos para cada región, fomentando un desarrollo más equilibrado y sostenible. Al considerar las particularidades locales como un eje central, se pueden diseñar políticas públicas más efectivas y orientadas a promover el crecimiento económico a partir de las fortalezas y recursos de cada área.

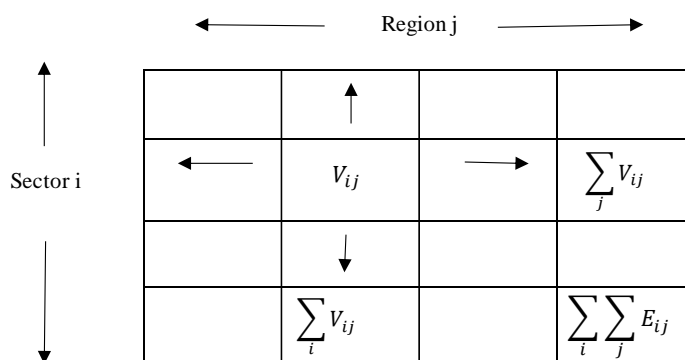
3.1.1 Matriz de Información.

La matriz de información permite relacionar la variable base de estudio de un sector o actividad económica con la región donde se desarrolla. Esta matriz, organizada en un formato de doble entrada, dispone los sectores económicos i en las filas y las regiones j en las columnas. Su construcción es el punto de partida esencial para calcular las medidas de localización y especialización, ya que permite representar de manera clara y sistemática la distribución sectorial-espacial de una variable base.

De acuerdo con Haddad (1989), esta organización facilita el análisis de la interacción entre las actividades económicas y su distribución territorial. Al estructurar los datos de esta manera, se puede evaluar cómo se concentran o diversifican las actividades en el espacio, proporcionando una base sólida para la interpretación de patrones económicos y el diseño de estrategias que promuevan el desarrollo regional.

Figura 6

Matriz de Informaciones



Nota. Elaboración propia con base en la bibliografía consultada.

La matriz de información es similar a la matriz de transacciones del modelo insumo-producto. De manera análoga, a partir de esta matriz se derivan dos matrices conocidas como matrices de pesos porcentuales. Estas matrices muestran, por un lado, la participación relativa de la variable de estudio en cada región por sectores productivos y, por otro, la distribución de los sectores entre las regiones.

Para obtener las matrices de pesos porcentuales se utiliza cada elemento de la matriz de información, dividiendo su valor entre la sumatoria correspondiente y multiplicarlo por 100. Para calcular el porcentaje del PIB de un sector en una región (P_{ij}), se utiliza la suma de las filas de la matriz. Por otro lado, para determinar el porcentaje del PIB de una región en un sector P_{ji} , se toma la suma de las columnas. lo cual lo podemos escribir de la siguiente manera:

$$P_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}} \times 100 . \quad (3.1)$$

$$P_{ji} = \frac{V_{ij}}{\sum_j V_{ij}} \times 100 . \quad (3.2)$$

Donde:

P_{ij} Es el porcentaje del PIB de un sector i en una región j en un año determinado.

P_{ji} Es el porcentaje del PIB de una región j en un sector i en un año determinado.

V_{ij} Es el valor del PIB de un sector i en la región j en un año determinado.

$\sum_i V_{ij}$ Es el valor total del PIB de una región j en un año determinado.

$\sum_j V_{ij}$ Es el valor total del PIB de un sector en un año determinado.

Ambas matrices cumplen con las siguientes condiciones de cierre: $\sum_j P_{ij} = 100$, $\sum_i P_{ji} = 100$, las cuales garantizan que los porcentajes se distribuyan de forma coherente.

Al expresar la información en porcentajes, se simplifica la comparación entre sectores dentro de una región y entre un mismo sector en distintas regiones. Este formato permite analizar con mayor claridad las relaciones sectoriales y espaciales, proporcionando una visión más equilibrada de la estructura económica.

3.1.2 Medidas De Localización Sectorial:

Estas medidas ofrecen la capacidad de analizar un sector o actividad económica en comparación con el resto de actividades, tanto a nivel regional como nacional. Proporcionan información sobre los pesos relativos de cada sector analizado, ya sea

dentro de la región a la que pertenecen o en comparación con el conjunto de otras regiones, permitiéndonos identificar la importancia de cada sector en su contexto geográfico específico, así como su relevancia a nivel nacional. Además, revela cómo se distribuyen estos sectores entre las distintas regiones, proporcionando una comprensión detallada de la estructura económica y destacando patrones de especialización o diversificación a lo largo del territorio nacional.

3.1.2.1 Cociente de Localización

Este cociente permite comparar la participación porcentual de una región en un sector particular con la participación porcentual del mismo sector a nivel nacional. Como señala Boisier (1980), uno de los análisis regionales más simples y útiles consiste en calcular un coeficiente que evalúe el tamaño relativo de un sector en una región en comparación con el tamaño relativo de ese sector en todo el país. Este enfoque proporciona una herramienta práctica para identificar la especialización económica de las regiones, permitiendo entender su relevancia en el contexto nacional.

$$QL_{ij} = \frac{\frac{V_{ij}}{\sum_j V_{ij}}}{\frac{\sum_i V_{ij}}{\sum_i \sum_j V_{ij}}} \quad (3.3)$$

Donde QL_{ij} cociente de localización de un sector i en una región j .

Para analizar este cociente debemos tener en cuenta los siguientes escenarios:

- En primer lugar, cuando, $QL_{ij} = 1$, esto indica que el peso porcentual del sector i en la región j es similar al peso porcentual del mismo sector en todo el país. En esta situación, no podemos hablar de una especialización regional de esta actividad.
- En segundo lugar, cuando, $QL_{ij} < 1$, nos indica que en la región j , el tamaño relativo del sector i , es decir, su peso porcentual, es menor que en el país. En este caso, tampoco podemos hablar de un proceso de especialización regional.
- En tercer lugar, cuando $QL_{ij} > 1$ podemos decir que el sector i en la región j es relativamente más importante a nivel nacional. En este caso, sí podemos hablar de un proceso de especialización de esta actividad en esa región, en comparación con el nivel nacional. Para nuestro caso, obtuvimos la siguiente matriz de cocientes de localización.

3.1.2.2 Coeficiente de Localización del sector

El coeficiente de localización permite analizar la distribución porcentual del PIB entre regiones en relación con el PIB nacional. Según Boisier (1980), "es una medida de la diferencia existente entre la estructura interregional de una actividad y una cierta estructura interregional de otra actividad que se usa como patrón de comparación" (p.54). Este indicador resulta útil para observar la concentración regional en un sector específico o determinar si su distribución sigue un patrón nacional.

Los valores del coeficiente oscilan entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que la distribución del sector en cuestión es homogénea y corresponde proporcionalmente al comportamiento nacional. Por otro lado, un valor cercano a 1 refleja una concentración regional más marcada en comparación con otros sectores.

$$CL_i = \frac{\sum_j (|P_{ji} - P_{j.}|)}{200} \quad (3.4)$$

CL_i coeficiente de localización del sector i .

La división entre 200 normaliza los valores del coeficiente, garantizando que oscilen entre 0 y 1. Esto facilita la interpretación al establecer un rango en el que 0 indica distribución homogénea y 1 refleja máxima concentración regional.

3.1.2.3 Coeficiente de Asociación Geográficas

El coeficiente de asociación geográfica compara las distribuciones porcentuales de empleo entre dos sectores (i_1 y i_2) a nivel regional. Este indicador permite identificar similitudes o diferencias en los patrones de ubicación territorial de las actividades económicas. Los valores del coeficiente oscilan entre 0 y 1, donde un valor cercano a 0 indica que ambos sectores tienen distribuciones regionales similares, sugiriendo una fuerte asociación geográfica. Por el contrario, un valor cercano a 1 evidencia diferencias significativas en los factores de localización de los sectores analizados.

$$CA_{i_1 i_2} = \frac{\sum_j (|P_{ji_1} - P_{ji_2}|)}{200} \quad (3.5)$$

Donde $CA_{i_1 i_2}$ coeficiente de asociación geográfica entre sectores i_1 e i_2 .

Este coeficiente es una herramienta clave en estudios de orientación espacial, ya que facilita el análisis de subconjuntos de sectores productivos. Asimismo, puede

considerarse una generalización del coeficiente de localización, donde uno de los sectores actúa como referencia y representa la distribución total de las actividades económicas.

3.1.2.4 Coeficiente de Redistribución

Este coeficiente contempla la distribución de porcentual del PIB de un mismo sector en dos periodos de tiempo diferentes según nos indica Haddad (1989), se realiza con el objetivo de examinar si algún patrón de concentración o dispersión espacial está prevaleciendo para el sector a lo largo del tiempo. El valor de este coeficiente también va de 0 a 1, si este valor es cercano a 0 indica que no abran ocurridos cambios significativos en la distribución del patrón espacial del sector y si se acerca a 1 nos indica que se han presentado cambios significativos.

$$CR_i = \frac{\sum_j (|P_{ji_t} - P_{ji_{t+1}}|)}{200} \quad (3.6)$$

Donde CR_i coeficiente de redistribución de un sector i entre dos periodos t y $t + 1$.

El análisis de este coeficiente ofrece información valiosa sobre cómo ha evolucionado la distribución espacial de un sector en distintos periodos de tiempo. Permite identificar si hay patrones de concentración o dispersión, brindando perspectivas clave para comprender cómo cambia la actividad económica a nivel geográfico a lo largo del tiempo. Su interpretación proporciona una visión más completa de la transformación del sector en cuestión.

3.1.3 Medidas de Localización Regional:

Las medidas regionales posibilitan el análisis de la estructura productiva a nivel regional, "centrándose en examinar la estructura productiva de cada región y fijando las columnas en las matrices de información. El objetivo es investigar el grado de especialización de las economías regionales en un periodo determinado, así como la diversificación observada entre dos periodos (Haddad, 1989).

3.1.3.1 Coeficiente de Especialización

El coeficiente de especialización permite evaluar la estructura productiva de una región en relación con la estructura productiva nacional. Según Boisier (1980), este indicador mide la diferencia entre la composición de actividades económicas de una región y una estructura de referencia utilizada como patrón de comparación.

$$CE_i = \frac{\sum_i (P_{ij} - P_i)}{200} \quad (3.7)$$

Donde CE_i representa el coeficiente de la especialización de la región j .

En este caso el coeficiente se analiza de manera similar dado que el valor de este fluctúa entre 0 y 1, donde si el coeficiente es 0 o cercano a cero indica que la composición sectorial de las actividades económicas es similar con su patrón de comparación en este caso es a nivel nacional.

3.1.3.2 Coeficiente de Reestructuración

Este coeficiente permite analizar los cambios en la estructura del PIB de una región entre dos periodos de tiempo distintos. Un valor igual a 0 indica que no han ocurrido modificaciones en la composición sectorial de la región. En cambio, un valor de 1 refleja una profunda reestructuración en la distribución sectorial del PIB regional.

$$CT_j = \frac{\sum_i (|P_{ijt+1} - P_{ijt}|)}{200} \quad (3.8)$$

Donde CT_j es el coeficiente que mide los cambios en la composición sectorial del PIB en la región j entre dos periodos de tiempo. Este valor refleja la intensidad de las transformaciones en la estructura económica regional, ofreciendo una herramienta útil para evaluar su dinámica productiva.

3.2 FUENTES ESTADISTICAS

En esta sección, se describe el proceso de recopilación de datos, las fuentes consultadas y las decisiones tomadas frente a las limitaciones encontradas en la información disponible. De acuerdo con la orientación de Boisier (1980), en el análisis regional es fundamental priorizar diversas fuentes de información: en primer lugar, los censos; en segundo lugar, las Cuentas Sociales Nacionales; en tercer lugar, las estadísticas de Comercio Exterior; y, por último, las estadísticas de Transportes y Comunicaciones. Siguiendo esta metodología, comenzamos el proceso de búsqueda de información en el Departamento Nacional de Estadística (DANE), enfocándonos inicialmente en los censos económicos.

En esta primera fase nos enfrentamos a un desafío importante. Aunque el DANE recientemente levantó el censo económico 2021, actualmente no se dispone de resultados preliminares completos. Solo contamos con información básica sobre el número de unidades económicas y su clasificación por sector económico, tanto a nivel departamental como municipal. El último censo económico previo data de 1991, pero no encontramos datos accesibles para nuestro análisis. Otros censos disponibles incluyen los de población y vivienda de 1985, 1993, 2005 y 2018, los cuales ofrecen información sobre la distribución de la población y las condiciones de vida en Colombia. Sin embargo, estos censos no incluyen variables clave para nuestro estudio, como el empleo. También revisamos los censos agropecuarios de 1960, 1970 y 2014, pero estos se centran exclusivamente en el sector agropecuario, lo cual limita su utilidad para un análisis económico integral.

En segundo lugar, comenzamos la exploración de las cuentas nacionales y regionales. Es importante recordar que el sistema de contabilidad nacional tiene como objetivo proporcionar un panorama de la situación económica de un país (Sérusier, 2003). Durante esta búsqueda, encontramos información sobre el Producto Interno Bruto (PIB) a nivel departamental. Siguiendo la sugerencia de Boisier (1980), una opción útil es la regionalización o desagregación de las cuentas del sistema de contabilidad social, a fin de generar información menos detallada pero más oportuna, como el Producto Geográfico Bruto en el contexto latinoamericano.

Para este análisis, decidimos utilizar el PIB a precios constantes con el año base 2015. Esta base de datos abarca el valor agregado bruto desde 2005 hasta 2022, con datos preliminares para el último año. Incluye información de diversos sectores económicos para todos los departamentos de Colombia, así como del municipio de Bogotá, que funciona como un departamento independiente en la contabilidad nacional debido a su importancia como centro político y financiero del país. Esta información fue obtenida del DANE, específicamente de la base de datos “PIBDep-Actividad-economica-2022pr”.

Para complementar esta base de datos y ampliar el análisis, consultamos otras fuentes oficiales, como el Banco de la República de Colombia, que realiza estudios y proyecciones económicas. Sin embargo, aunque encontramos documentos relevantes, no hallamos bases de datos adecuadas para los cálculos necesarios, ya que las bases disponibles se enfocan en la política monetaria.

Tabla 3

Regionalización de Colombia

1. Amazónica	2. Andina	3. Bogotá	4. Caribe	5. Orinoquia	6. Pacifico
Caquetá, Putumayo, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés.	Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima.	Bogotá	Meta, Arauca, Casanare, Vichada.	Meta, Arauca, Casanare, Vichada.	Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca

Nota. Elaboración propia con base en la información de DANE.

Para trabajar con la información disponible y calcular las medidas de localización y especialización, es necesario realizar un proceso de regionalización basado en las condiciones geográficas de Colombia como se observa en la tabla 3. Donde se presenta la agrupación de los 32 departamentos junto con Bogotá, que se maneja como una región independiente debido a su importancia económica y administrativa en el país. así mismo se procede

3.3 CÁLCULO DE LAS MEDIDAS DE ESPECIALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN PARA COLOMBIA

En esta sección, se presentan los resultados derivados de los cálculos de especialización y localización desarrollados en las etapas previas. La base de datos del DANE, utilizada como fuente principal, clasifica la información en 12 ramas de actividades económicas distribuidas en las 6 regiones mencionadas anteriormente. Las actividades económicas se agrupan de acuerdo con la clasificación CIUU, un estándar ampliamente utilizado en Colombia por entidades públicas y privadas para la emisión de información estadística, conforme a la resolución del DANE 066 de 2012.

Tabla 4*Agregación de Actividades Según Código CIUU*

Sector	Activdes
1. Agricultura y pesca	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.
2. Minería	Explotación de minas y canteras.
3. Industria manufacturera	Industrias manufactureras.
4. Energía y saneamiento	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental.
5. Construcción	Construcción.
6. Comercio, transporte y alojamiento	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.
7. Telecomunicaciones	Información y comunicaciones.
8. Actividades financieras y de seguros	Actividades financieras y de seguros.
9. Actividades inmobiliarias	Actividades inmobiliarias.
10. Servicios personales	Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo.
11. Servicios gubernamentales	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.
12. Servicios domesticos	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio.

Nota. Elaboración propia con información obtenida del DANE.

3.3.1 Matriz de Información

Para iniciar nuestro análisis, requerimos organizar la información del Producto Interno Bruto (PIB) en 4 matrices, una matriz para cada uno de los años seleccionados en los que se realizara el cálculo de los cocientes y coeficientes propuestos.

Tabla 5

Producto Interno Bruto Regional 2005 en miles de millones de pesos colombianos a precios constantes con año base 2015

Sector	Amazónica	Andina	Bogotá	Caribe	Orinoquia	Pacífico	Total
Total	4768.62	187517.36	123048.23	73123.10	24428.11	65858.51	478743.93
1. Agricultura y pesca	885.14	22697.01	11.01	6017.52	2168.26	6884.22	38663.16
2. Minería	365.39	7386.96	235.69	6645.02	11560.17	798.35	26991.58
3. Industria manufacturera	150.97	38519.23	18034.87	11352.41	974.27	11175.68	80207.44
4. Energía y saneamiento	46.12	9586.48	3233.94	3486.16	277.62	2451.45	19081.76
5. Construcción	280.37	10749.94	7967.98	3598.85	1160.35	3194.78	26952.27
6. Comercio, transporte y alojamiento	933.71	32033.40	23915.21	14064.79	3713.89	11910.30	86571.31
7. Telecomunicaciones	42.57	4420.18	5364.46	1345.78	197.30	1439.65	12809.95
8. Actividades financieras y de seguros	82.34	4554.51	7164.86	1434.21	266.93	1751.82	15254.67
9. Actividades inmobiliarias	327.09	15909.65	19553.12	5283.57	922.20	8667.19	50662.82
10. Servicios personales	152.30	12856.71	12203.57	4618.99	562.65	5871.46	36265.68
11. Servicios gubernamentales	1415.72	24801.50	19823.16	13721.86	2450.28	10265.20	72477.70
12. Servicios domésticos	86.91	4001.79	5540.37	1553.94	174.18	1448.40	12805.59

Nota. Elaboración propia con datos del DANE.

Tabla 6

Producto Interno Bruto Regional 2010 en miles de millones de pesos colombianos a precios constantes con año base 2015

Sector	Amazónica	Andina	Bogotá	Caribe	Orinoquia	Pacífico	Total
Total	6604.24	228030.71	150538.31	88661.59	35643.40	80622.94	590101.19
1. Agricultura y pesca	792.21	23600.38	11.23	6170.24	3180.78	6667.99	40422.83
2. Minería	1171.03	8825.48	252.94	8387.19	17816.20	2221.96	38674.80
3. Industria manufacturera	166.32	43563.81	19851.88	11861.50	1047.10	14108.11	90598.71
4. Energía y saneamiento	53.34	11067.80	3762.70	4054.62	378.21	2761.54	22078.21
5. Construcción	560.50	16829.68	8439.55	6224.58	2550.28	4039.03	38643.62
6. Comercio, transporte y alojamiento	1213.55	40461.06	30443.08	16894.47	4947.14	14507.76	108467.05
7. Telecomunicaciones	73.73	6847.21	7605.45	2197.84	333.79	2130.48	19188.50
8. Actividades financieras y de seguros	128.22	6468.83	10979.02	2245.68	418.79	2380.38	22620.93
9. Actividades inmobiliarias	385.61	18971.47	23658.11	6097.79	1140.69	9981.38	60235.05
10. Servicios personales	126.33	16507.29	15252.71	5805.98	688.68	7180.71	45561.69
11. Servicios gubernamentales	1833.92	30060.33	23674.48	16952.85	2922.99	12848.87	88293.44
12. Servicios domésticos	99.48	4827.39	6607.17	1768.86	218.74	1794.74	15316.38

Nota. Elaboración propia con datos del DANE.

Tabla 7

Producto Interno Bruto Regional 2015 en miles de millones de pesos colombianos a precios constantes con año base 2015

Sector	Amazónica	Andina	Bogotá	Caribe	Orinoquia	Pacífico	Total
Total	8295.58	281362.33	184881.55	109748.44	47466.41	98788.69	730543.00
1. Agricultura y pesca	917.75	27490.13	12.47	6831.11	4501.52	8371.02	48124.00
2. Minería	1420.42	9738.15	322.23	9681.83	24513.07	1951.30	47627.00
3. Industria manufacturera	159.30	48781.85	19679.68	13322.16	1088.45	16757.57	99789.00
4. Energía y saneamiento	60.02	12177.67	4075.93	4672.03	529.00	3084.35	24599.00
5. Construcción	907.03	28073.87	9730.16	10091.33	3274.07	5965.53	58042.00
6. Comercio, transporte y alojamiento	1485.48	49717.94	39759.92	20742.64	6100.50	17622.51	135429.00
7. Telecomunicaciones	87.57	8343.53	9767.32	2748.39	419.72	2594.46	23961.00
8. Actividades financieras y de seguros	172.57	9898.21	17122.77	3315.88	671.66	3514.90	34696.00
9. Actividades inmobiliarias	450.37	22153.42	27584.30	6946.79	1350.46	11339.68	69825.00
10. Servicios personales	160.37	20987.84	19230.75	7072.81	866.01	9074.22	57392.00
11. Servicios gubernamentales	2351.62	38070.06	29319.97	22134.82	3889.82	16310.72	112077.00
12. Servicios domésticos	123.10	5929.66	8276.04	2188.65	262.11	2202.43	18982.00

Nota. Elaboración propia con datos del DANE,

Tabla 8

Producto Interno Bruto Regional 2019 en miles de millones de pesos colombianos a precios constantes con año base 2015

Sector	Amazónica	Andina	Bogotá	Caribe	Orinoquia	Pacífico	Total
Total	8470.47	308910.29	205377.94	121020.63	47207.26	108414.45	799401.03
1. Agricultura y pesca	1012.69	31052.51	13.05	7509.80	5745.39	9141.13	54474.57
2. Minería	996.11	8456.35	333.32	10823.84	22757.99	796.63	44164.24
3. Industria manufacturera	165.10	51753.85	19575.88	14114.68	1157.70	17114.69	103881.90
4. Energía y saneamiento	67.25	13272.36	4330.10	5087.41	572.99	3272.73	26602.84
5. Construcción	741.02	27432.67	9728.75	9561.99	2074.25	6469.57	56008.24
6. Comercio, transporte y alojamiento	1618.55	55406.07	44387.88	23272.88	6413.23	19790.15	150888.77
7. Telecomunicaciones	90.43	8703.76	10106.12	2838.29	438.37	2643.22	24820.19
8. Actividades financieras y de seguros	200.53	11858.76	20599.75	3871.81	754.30	4220.64	41505.80
9. Actividades inmobiliarias	508.02	25849.30	31047.29	7869.15	1527.70	13165.41	79966.87
10. Servicios personales	168.81	22614.42	20356.45	7360.85	907.66	9691.34	61099.53
11. Servicios gubernamentales	2751.13	45079.11	34573.23	26038.34	4560.69	19331.24	132333.73
12. Servicios domésticos	150.83	7431.14	10326.13	2671.60	296.97	2777.68	23654.35

Nota. Elaboración propia con datos del DANE

3.3.1.1 Matriz de Pesos Porcentuales

La información obtenida de las matrices originales se reorganizó en dos matrices, una con la estructura sectorial del PIB y otra con la estructura regional, mostrando los datos de cada año para facilitar el análisis comparativo (ver Tabla No. 9 y Tabla No. 10).

Al observar la matriz de estructura sectorial se destacan dos sectores esenciales para la economía colombiana: el comercio, transporte, almacenamiento y alojamiento (Actividad 6) y los servicios gubernamentales (Actividad 11). La actividad de comercio y servicios logísticos no solo es relevante por su peso en el PIB, sino también por su papel en la distribución de bienes y servicios, siendo fundamental para el flujo económico del

país. Este sector tiene una gran presencia en la región Andina con un peso promedio del 37% y en Bogotá, contribuyendo del 27 al 29% del PIB sectorial nacional para el periodo de análisis contemplado de. Esto refuerza el papel de estas zonas como centros de comercio y distribución en Colombia, donde se concentran grandes mercados y se facilita el movimiento de bienes a otras regiones.

Por su parte, Los servicios gubernamentales desempeñan un papel fundamental en la economía y el tejido social del país, abarcando áreas como la administración pública, defensa, educación, salud y asistencia social. Este sector tiene una presencia destacada en Bogotá, donde concentra aproximadamente el 26% del PIB nacional de servicios gubernamentales, debido a la centralización de la gestión pública en la capital. Su impacto trasciende lo económico, al ser clave para garantizar la estabilidad y el bienestar de la población, proporcionando servicios esenciales que inciden directamente en la calidad de vida de los ciudadanos.

En cuanto a la estructura regional, la región Andina emerge como el motor económico del país, aportando cerca del 39% del PIB nacional en promedio durante el periodo de análisis. Esta región se distingue no solo por su tamaño económico, sino también por su diversidad productiva. Sectores como la agricultura y la industria manufacturera son clave en esta región. La actividad agropecuaria en la región Andina representa entre el 57% y el 58.7% del PIB nacional de este sector, reflejando el rol de la región como uno de los principales centros de producción agrícola, favorecido por sus condiciones geográficas y climáticas. Por otro lado, la industria manufacturera aporta alrededor del 50% del PIB manufacturero nacional, consolidando la región Andina como el núcleo industrial del país, donde se concentran actividades de transformación y producción de bienes con alto valor agregado.

Bogotá, aunque geográficamente forma parte de la región Andina, tiene un peso económico propio que la convierte en el principal centro de servicios en Colombia, aportando alrededor del 25% del PIB nacional en promedio durante el periodo. La economía de la capital está dominada por el sector de servicios financieros y de seguros, que representa cerca del 47 al 49.6% del PIB nacional de esta actividad del 2005 al 2019. Además, el sector de actividades inmobiliarias también tiene una fuerte presencia en la economía de Bogotá, impulsado por el crecimiento urbano y la demanda por bienes raíces y servicios de propiedad. Esta especialización en servicios financieros e inmobiliarios

evidencia una economía orientada a los servicios en la capital, reflejando una tendencia de terciarización en la economía de Bogotá.

En la región Caribe, que contribuye con aproximadamente el 15% del PIB nacional en promedio, destacan las actividades de comercio, transporte, almacenamiento y alojamiento. Este sector es fundamental para el turismo en la región costera, especialmente en ciudades clave como Cartagena y Santa Marta, que reciben un gran flujo de turistas nacionales e internacionales. La industria manufacturera también juega un rol importante en el Caribe, aportando alrededor del 13% en promedio del PIB manufacturero nacional, lo que refleja una estructura económica que combina actividades industriales y de servicios, adaptándose a las demandas de la región.

De manera similar Orinoquía presenta una economía marcada por una fuerte dependencia en el sector de minería, en especial la extracción de petróleo. Este sector representa del 42.8 al 51.5% del PIB de la región durante el periodo, lo cual convierte a Orinoquía como la principal región minera del país y evidencia su alta especialización en actividades extractivas. Sin embargo, esta concentración también implica desafíos para la sostenibilidad económica de la región, ya que la dependencia en un sector volátil, como la minería, la hace vulnerable a los cambios en los precios internacionales de los recursos naturales.

Por su parte, la región Pacífica aporta aproximadamente el 13.5% en promedio del PIB nacional, con una economía relativamente diversificada en la que destacan los servicios personales y gubernamentales. Estos sectores tienen un peso significativo en el PIB regional, reflejando una orientación hacia actividades de soporte social y gubernamental, que son esenciales para la vida cotidiana de la población de esta región

Tabla 9*Estructura Sectorial del Producto Interno Bruto a precios constantes año base 2015*

Actividad	Amazónica				Andina				Bogotá				Caribe				Orinoquia				Pacífico				Total						
	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015
1	18.6	12.0	11.1	12.0	12.1	10.3	9.8	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	7.0	6.2	6.2	8.9	8.9	9.5	12.2	10.5	8.3	8.5	8.4	8.1	6.9	6.6	6.6	6.8		
2	7.7	17.7	17.1	11.8	3.9	3.9	3.5	2.7	0.2	0.2	0.2	0.2	9.1	9.5	8.8	8.9	47.3	50.0	51.6	48.2	1.2	2.8	2.0	0.7	5.6	6.6	6.5	5.5			
3	3.2	2.5	1.9	1.9	20.5	19.1	17.3	16.8	14.7	13.2	10.6	9.5	15.5	13.4	12.1	11.7	4.0	2.9	2.3	2.5	17.0	17.5	17.0	15.8	16.8	15.4	13.7	13.0			
4	1.0	0.8	0.7	0.8	5.1	4.9	4.3	4.3	2.6	2.5	2.2	2.1	4.8	4.6	4.3	4.2	1.1	1.1	1.1	1.2	3.7	3.4	3.1	3.0	4.0	3.7	3.4	3.3			
5	5.9	8.5	10.9	8.7	5.7	7.4	10.0	8.9	6.5	5.6	5.3	4.7	4.9	7.0	9.2	7.9	4.8	7.2	6.9	4.4	4.9	5.0	6.0	6.0	5.6	6.5	7.9	7.0			
6	19.6	18.4	17.9	19.1	17.1	17.7	17.7	17.9	19.4	20.2	21.5	21.6	19.2	19.1	18.9	19.2	15.2	13.9	12.9	13.6	18.1	18.0	17.8	18.3	18.1	18.4	18.5	18.9			
7	0.9	1.1	1.1	1.1	2.4	3.0	3.0	2.8	4.4	5.1	5.3	4.9	1.8	2.5	2.5	2.3	0.8	0.9	0.9	0.9	2.2	2.6	2.6	2.4	2.7	3.3	3.3	3.1			
8	1.7	1.9	2.1	2.4	2.4	2.8	3.5	3.8	5.8	7.3	9.3	10.0	2.0	2.5	3.0	3.2	1.1	1.2	1.4	1.6	2.7	3.0	3.6	3.9	3.2	3.8	4.7	5.2			
9	6.9	5.8	5.4	6.0	8.5	8.3	7.9	8.4	15.9	15.7	14.9	15.1	7.2	6.9	6.3	6.5	3.8	3.2	2.8	3.2	13.2	12.4	11.5	12.1	10.6	10.2	9.6	10.0			
10	3.2	1.9	1.9	2.0	6.9	7.2	7.5	7.3	9.9	10.1	10.4	9.9	6.3	6.5	6.4	6.1	2.3	1.9	1.8	1.9	8.9	8.9	9.2	8.9	7.6	7.7	7.9	7.6			
11	29.7	27.8	28.3	32.5	13.2	13.2	13.5	14.6	16.1	15.7	15.9	16.8	18.8	19.1	20.2	21.5	10.0	8.2	8.2	9.7	15.6	15.9	16.5	17.8	15.1	15.0	15.3	16.6			
12	1.8	1.5	1.5	1.8	2.1	2.1	2.1	2.4	4.5	4.4	4.5	5.0	2.1	2.0	2.0	2.2	0.7	0.6	0.6	0.6	2.2	2.2	2.2	2.6	2.7	2.6	2.6	3.0			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

*Nota. Elaboración propia con datos del DANE***Tabla 10***Estructura Regional del Producto interno Bruto a Precios Constantes año base 2015*

Actividad	Amazónica				Andina				Bogotá				Caribe				Orinoquia				Pacífico				Total						
	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015
1	2.3	2.0	1.9	1.9	58.7	58.4	57.1	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	15.3	14.2	13.8	5.6	7.9	9.4	10.5	17.8	16.5	17.4	16.8	100	100	100	100			
2	1.4	3.0	3.0	2.3	27.4	22.8	20.4	19.1	0.9	0.7	0.7	0.8	24.6	21.7	20.3	24.5	42.8	46.1	51.5	51.5	3.0	5.7	4.1	1.8	100	100	100	100			
3	0.2	0.2	0.2	0.2	48.0	48.1	48.9	49.8	22.5	21.9	19.7	18.8	14.2	13.1	13.4	13.6	1.2	1.2	1.1	1.1	13.9	15.6	16.8	16.5	100	100	100	100			
4	0.2	0.2	0.2	0.3	50.2	50.1	49.5	49.9	16.9	17.0	16.6	16.3	18.3	18.4	19.0	19.1	1.5	1.7	2.2	2.2	12.8	12.5	12.5	12.3	100	100	100	100			
5	1.0	1.5	1.6	1.3	39.9	43.6	48.4	49.0	29.6	21.8	16.8	17.4	13.4	16.1	17.4	17.1	4.3	6.6	5.6	3.7	11.9	10.5	10.3	11.6	100	100	100	100			
6	1.1	1.1	1.1	1.1	37.0	37.3	36.7	36.7	27.6	28.1	29.4	29.4	16.2	15.6	15.3	15.4	4.3	4.6	4.5	4.3	13.8	13.4	13.0	13.1	100	100	100	100			
7	0.3	0.4	0.4	0.4	34.5	35.7	34.8	35.1	41.9	39.6	40.8	40.7	10.5	11.5	11.5	11.4	1.5	1.7	1.8	1.8	11.2	11.1	10.8	10.6	100	100	100	100			
8	0.5	0.6	0.5	0.5	29.9	28.6	28.5	28.6	47.0	48.5	49.4	49.6	9.4	9.9	9.6	9.3	1.7	1.9	1.9	1.8	11.5	10.5	10.1	10.2	100	100	100	100			
9	0.6	0.6	0.6	0.6	31.4	31.5	31.7	32.3	38.6	39.3	39.5	38.8	10.4	10.1	9.9	9.8	1.8	1.9	1.9	1.9	17.1	16.6	16.2	16.5	100	100	100	100			
10	0.4	0.3	0.3	0.3	35.5	36.2	36.6	37.0	33.7	33.5	33.5	33.3	12.7	12.7	12.3	12.0	1.6	1.5	1.5	1.5	16.2	15.8	15.8	15.9	100	100	100	100			
11	2.0	2.1	2.1	2.1	34.2	34.0	34.0	34.1	27.4	26.8	26.2	26.1	18.9	19.2	19.7	19.7	3.4	3.3	3.5	3.4	14.2	14.6	14.6	14.6	100	100	100	100			
12	0.7	0.6	0.6	0.6	31.3	31.5	31.2	31.4	43.3	43.1	43.6	43.7	12.1	11.5	11.5	11.3	1.4	1.4	1.4	1.3	11.3	11.7	11.6	11.7	100	100	100	100			
Total	1.00	1.12	1.14	1.06	39.17	38.64	38.51	38.64	25.70	25.51	25.31	25.69	15.27	15.02	15.02	15.14	5.10	6.04	6.50	5.91	13.76	13.66	13.52	13.56	100	100	100	100			

Nota. Elaboración propia con datos del DANE

3.3.2 Medidas de Localización Sectorial

A continuación, se exponen las medidas de localización sectorial calculadas a partir de las matrices de pesos porcentuales. Estas herramientas permiten analizar la distribución espacial de la actividad económica en el país, identificando la concentración de cada sector en las distintas regiones. Además, facilitan la observación de sectores con mayor especialización o concentración en áreas específicas, reflejando las ventajas comparativas o las dinámicas económicas particulares de cada región.

3.3.2.1 Cociente de Localización

La primera medida sectorial es el cálculo de el cociente de localización de las actividades económicas en las regiones colombianas que se presenta a continuación.

Tabla 11

Cociente de Localización del sector i en la región j.

Actividad	Amazónica				Andina				Bogotá				Caribe				Orinoquia				Pacífico			
	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019	2005	2010	2015	2019
1	2.3	1.8	1.7	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	1.3	1.2	1.3	1.2
2	1.4	2.7	2.6	2.1	0.7	0.6	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.4	1.4	1.6	8.4	7.6	7.9	8.7	0.2	0.4	0.3	0.1
3	0.2	0.2	0.1	0.1	1.2	1.2	1.3	1.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1.1	1.2	1.2
4	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	1.3	1.3	1.3	0.7	0.7	0.7	0.6	1.2	1.2	1.3	1.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.9	0.9	0.9	0.9
5	1.0	1.3	1.4	1.2	1.0	1.1	1.3	1.3	1.2	0.9	0.7	0.7	0.9	1.1	1.2	1.1	0.8	1.1	0.9	0.6	0.9	0.8	0.8	0.9
6	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.9	0.9	0.9	0.9	1.6	1.6	1.6	1.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8
8	0.5	0.5	0.4	0.5	0.8	0.7	0.7	0.7	1.8	1.9	2.0	1.9	0.6	0.7	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.7	0.7
9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	1.5	1.6	1.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.3	0.3	0.3	1.2	1.2	1.2	1.2
10	0.4	0.2	0.2	0.3	0.9	0.9	0.9	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.3	0.3	0.2	0.3	1.2	1.2	1.2	1.2
11	2.0	1.9	1.8	2.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	1.3	0.7	0.5	0.5	0.6	1.0	1.1	1.1	1.1
12	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.7	1.7	1.7	1.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.8	0.9	0.9	0.9

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

El análisis de la matriz de cocientes de localización (Tabla 11) permite observar las dinámicas de especialización regional en Colombia y revela cómo ciertas actividades económicas se concentran en áreas específicas. Este fenómeno de concentración sectorial indica no solo las ventajas comparativas de cada región, sino también las posibles dependencias y limitaciones que estas especializaciones pueden generar en la estructura económica nacional. A continuación, se destacan las principales características de cada región en función de sus cocientes de localización.

La región Orinoquia muestra una especialización marcada en el sector minero (Actividad 2), con cocientes de localización elevados: 8.4 en 2005, 7.6 en 2010, 7.10 en 2015 y 8.7 en 2019. Estos valores reflejan la importancia de la extracción de hidrocarburos y otros minerales en la economía regional, alineada con las prioridades del *Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025* (MinMinas, UPME, Gobierno de Colombia, p. 27). La concentración en minería convierte a Orinoquia en una región clave para las exportaciones de Colombia, aunque también la hace vulnerable a las fluctuaciones en los precios de los recursos naturales en los mercados internacionales. Este sector es uno de los principales rubros exportadores de Colombia, representando el 2.2% del PIB nacional (Plan Nacional de Desarrollo Minero, p. 36).

Otra actividad relevante en esta región es la Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (Actividad 1), con cocientes de 1.1 en 2005, 1.3 en 2010 y un notable incremento a 1.8 en 2019, impulsado por la ganadería bovina, especialmente en departamentos como Casanare y Meta, que concentraban el 15% del ganado nacional en 2018, según datos del Ministerio de Agricultura. Esta diversificación dentro del sector primario contribuye a la estabilidad económica de la región, aunque no compensa completamente su dependencia en la minería.

De manera similar la región Amazónica cuenta con una alta especialización en actividades del sector primario. La Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (Actividad 1) tiene cocientes de localización de 2.3 en 2005, 1.8 en 2010, 1.7 en 2015 y 1.8 en 2019. Aunque se observa una disminución en esta actividad, sigue siendo predominante. Por otro lado, la minería (Actividad 2) experimenta un aumento en su concentración, con cocientes de 1.4 en 2005, 2.7 en 2010, y 2.6 en 2015 presenta una disminución en 2019 a 2.1, reflejando una mayor explotación de recursos en la región. Esta estructura económica basada en el sector primario muestra tanto el aprovechamiento como la dependencia de los recursos naturales de la región, una dinámica que también puede limitar el desarrollo de actividades secundarias y terciarias que generen mayor valor agregado.

La Amazonía también exhibe una especialización en servicios gubernamentales (Actividad 11), con un cociente de 2.0 en 2019. Esta concentración indica la relevancia de los servicios de salud, educación y otros servicios públicos en la región, los cuales sostienen

gran parte de la actividad económica y son esenciales para el bienestar social en zonas con menor desarrollo urbano.

Por su parte la región Andina tiene una distribución económica relativamente equilibrada, con especialización en varios sectores. Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (Actividad 1) mantiene un cociente de localización de 1.5 en todos los periodos analizados, indicando su importancia en la producción agrícola nacional, especialmente en productos como el café y las flores. La industria manufacturera (Actividad 3) también es relevante, con cocientes que aumentan de 1.2 en 2005 y 2010 a 1.3 en 2015 y 2019, consolidando el rol de la región como un centro manufacturero.

Además, en la región Andina se evidencian cocientes elevados en suministro de electricidad, gas y agua (Actividad 4) y en construcción (Actividad 5), ambos con valores de 1.3 en 2019. Esto sugiere un crecimiento en actividades industriales y de infraestructura, especialmente en los núcleos urbanos de Bogotá y Medellín. La diversificación en manufactura, servicios públicos y construcción proporciona estabilidad a la economía regional y permite una mayor capacidad de adaptación a fluctuaciones en sectores específicos.

Bogotá se caracteriza por su fuerte concentración en el sector de servicios financieros y de seguros (Actividad 8), con cocientes de localización elevados de 1.8 en 2005, 1.9 en 2010, y 2.0 en 2015 y regresa a 1.9 en 2019. Esta especialización responde a la ubicación de las principales instituciones financieras en la capital, consolidando a Bogotá como el centro de servicios financieros del país. Además, las actividades inmobiliarias (Actividad 9) también muestran un alto cociente de localización constante de 1.5, reflejando el desarrollo del mercado inmobiliario en la ciudad.

Otros servicios destacados en Bogotá son los servicios personales (Actividad 10) y servicios domésticos (Actividad 12), con cocientes de 1.3 y 1.7, respectivamente, en 2019. Estos valores evidencian la alta demanda de servicios de apoyo en una metrópoli, con un mercado de trabajo orientado a la atención personal y el servicio doméstico, típico de las grandes áreas urbanas.

La región Caribe tiene una marcada especialización en minería (Actividad 2), con cocientes de 1.6 en 2005, 1.4 en 2010 - 2015 y 1.6 en 2019. Esta actividad es impulsada por la extracción de carbón en minas como el Cerrejón, una de las más grandes de Colombia, lo que convierte a la minería en una actividad esencial para la economía de esta región. Sin embargo, la dependencia en minería también expone a la región a los vaivenes de los precios de los recursos naturales. En la región se extraen miles de toneladas de carbón anualmente, consolidando el papel de esta actividad en la economía local.

Además, la construcción (Actividad 5) presenta un cociente de localización superior a 1, con valores de 1.2 en 2015 y 1.1 en 2019, lo que podría estar asociado al crecimiento demográfico y al desarrollo turístico en zonas costeras. Los servicios gubernamentales (Actividad 11) también tienen un peso considerable, sugiriendo una base económica diversificada que combina la extracción de recursos con el apoyo de servicios públicos.

La región Pacífico muestra una estructura diversificada, con cocientes de localización superiores a 1 en actividades como agricultura (Actividad 1), con valores de 1.3 en 2005 y 1.2 en 2019, y industria manufacturera (Actividad 3), que sube de 1.0 en 2005 a 1.2 en 2019. Adicionalmente, actividades inmobiliarias (Actividad 9) y servicios gubernamentales (Actividad 11) presentan un cociente constante de 1.2. Aunque esta región no muestra una especialización marcada en un sector específico, su diversificación le permite cierta flexibilidad y estabilidad, aunque con menos competitividad en sectores específicos.

3.3.2.2 Coeficiente de Localización del sector

La tabla de coeficientes de localización sectorial permite observar cómo varía la concentración y especialización de cada sector en el país a lo largo del tiempo. Un coeficiente de localización elevado indica una mayor concentración en el sector, lo que puede reflejar una ventaja competitiva o una dependencia económica en ciertas actividades. A continuación, se presenta un análisis sectorial basado en los datos de los años 2005, 2010, 2015 y 2019.

Tabla 12
Coefficiente de Localización del sector i.

Actividad	2005	2010	2015	2019
1. Agricultura y pesca	0.2567	0.2548	0.2611	0.2702
2. Minería	0.4743	0.4860	0.5212	0.5619
3. Industria manufacturera	0.0903	0.1135	0.1364	0.1409
4. Energía y saneamiento	0.1407	0.1483	0.1496	0.1523
5. Construcción	0.0462	0.0688	0.1264	0.1253
6. Comercio, transporte y alojamiento	0.0298	0.0311	0.0434	0.0402
7. Telecomunicaciones	0.1618	0.1412	0.1546	0.1503
8. Actividades financieras y de seguros	0.2127	0.2302	0.2404	0.2394
9. Actividades inmobiliarias	0.1624	0.1667	0.1691	0.1604
10. Servicios personales	0.1038	0.1006	0.1049	0.0993
11. Servicios gubernamentales	0.0667	0.0733	0.0757	0.0704
12. Servicios domesticos	0.1756	0.1763	0.1829	0.1796

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

La Agricultura y Pesca cuentan con un coeficiente de localización moderado que aumenta ligeramente de 0.2567 en 2005 a 0.2702 en 2019. Esto indica una estabilidad en la especialización de este sector en áreas rurales y de explotación natural. La tendencia ascendente sugiere un crecimiento sostenido en la importancia de la agricultura y la ganadería, probablemente impulsado por la demanda interna y la exportación de productos agrícolas, así como por la expansión de actividades sostenibles en silvicultura y pesca.

Por su parte el sector minero es el que destaca con los coeficientes de localización más altos de la tabla, pasando de 0.4743 en 2005 a 0.5619 en 2019. Este incremento refleja el creciente enfoque de la economía colombiana en la extracción de recursos naturales, especialmente hidrocarburos y minerales. La minería, siendo uno de los pilares de las exportaciones nacionales, juega un papel crítico en la economía, pero también expone al país a la volatilidad de los precios internacionales. Esta dependencia en minería subraya la importancia de políticas de diversificación para mitigar riesgos económicos.

La industria manufacturera registra un incremento gradual en su coeficiente, de 0.0903 en 2005 a 0.1409 en 2019. Aunque el sector sigue teniendo un coeficiente relativamente bajo, esta tendencia ascendente podría indicar una revitalización de la actividad manufacturera, posiblemente asociada con el crecimiento de industrias locales y el desarrollo

de políticas de reindustrialización. Este crecimiento es alentador, ya que el sector manufacturero es esencial para generar empleos y fomentar cadenas de valor locales.

4.

La Energía y Saneamiento refleja coeficientes de localización estables, con un ligero aumento de 0.1407 en 2005 a 0.1523 en 2019. La estabilidad en estos valores sugiere una distribución relativamente homogénea de los servicios públicos en todo el país, lo cual es positivo para el desarrollo económico, ya que el acceso a electricidad y agua es fundamental para la calidad de vida y la operación de otros sectores.

El sector de la construcción experimenta un crecimiento considerable en su coeficiente, que pasa de 0.0462 en 2005 a 0.1253 en 2019. Este aumento refleja el auge de proyectos de infraestructura y el crecimiento urbano en varias regiones. La construcción es un sector que genera gran cantidad de empleos directos e indirectos, y su crecimiento es una señal de fortalecimiento en la inversión en infraestructura pública y privada.

Con un coeficiente relativamente bajo el Comercio, Transporte y Alojamiento, este sector muestra una leve tendencia de crecimiento de 0.0298 en 2005 a 0.0402 en 2019. Este aumento refleja la expansión de servicios comerciales y logísticos, especialmente en zonas urbanas y turísticas. Sin embargo, el bajo valor del coeficiente podría sugerir una concentración de estas actividades en áreas específicas como Bogotá y otras grandes ciudades, en lugar de una distribución uniforme a nivel nacional.

El sector de las Telecomunicaciones, que incluye los servicios de información, muestra una leve fluctuación con un valor inicial de 0.1618 en 2005 que disminuye ligeramente a 0.1503 en 2019. Aunque las telecomunicaciones son fundamentales para el desarrollo económico, la estabilidad del coeficiente sugiere que la expansión de este sector podría estar limitada por factores como la infraestructura y la inversión en tecnología, especialmente en regiones rurales.

Por su parte el sector financiero y de seguros mantiene un coeficiente alto y relativamente estable, subiendo ligeramente de 0.2127 en 2005 a 0.2394 en 2019. Este sector es particularmente importante en áreas urbanas como Bogotá, donde se concentran las

principales instituciones financieras. La estabilidad de los valores refleja la importancia continua de los servicios financieros y su concentración en zonas urbanas.

3.3.2.3 Coeficiente de Asociación Geográfica

El coeficiente de asociación geográfica, analizado para los años 2005, 2010, 2015 y 2019, revela patrones consistentes y cambios graduales en la distribución territorial de los sectores económicos. La minería destaca como uno de los sectores con mayor independencia geográfica, lo que se refleja en sus altos coeficientes de asociación con otros sectores. Por ejemplo, su relación con las actividades financieras y de seguros pasó de 0.57 en 2005 a 0.67 en 2019, consolidando su carácter de sector autónomo y concentrado en áreas específicas, como las regiones de Orinoquia y Caribe, debido a su riqueza en hidrocarburos y carbón.

Este comportamiento indica que, aunque la minería es esencial para la economía exportadora, su integración geográfica con otros sectores productivos locales es limitada y está fuertemente influenciada por la demanda internacional y la infraestructura de transporte. Por otro lado, las actividades financieras y de seguros muestran una fuerte concentración geográfica en zonas urbanas con alta densidad económica, como Bogotá, y mantienen una baja relación con sectores más dispersos, como los servicios domésticos, cuyos coeficientes oscilaron entre 0.06 y 0.07 durante todo el periodo analizado. Esto refuerza la idea de que las actividades financieras están vinculadas al desarrollo económico urbano, mientras que sectores como los servicios domésticos responden principalmente a la densidad poblacional y no a concentraciones económicas específicas.

El sector de la construcción presenta una asociación geográfica moderada y relativamente estable con otros sectores clave, como las actividades inmobiliarias y la minería, cuyos coeficientes pasaron de 0.50 en 2005 a 0.56 en 2019. Esto sugiere que la construcción sigue concentrada en áreas urbanas donde se desarrollan proyectos de infraestructura y expansión inmobiliaria. Sin embargo, su asociación con sectores como energía y saneamiento se mantuvo baja, con valores entre 0.05 y 0.07, lo que refleja una menor dependencia directa de la infraestructura básica para su localización. En contraste, el sector de telecomunicaciones mostró un incremento notable en su integración con sectores clave como la minería, con un aumento en los coeficientes de 0.56 en 2005 a 0.65 en 2019.

Este comportamiento refleja el papel creciente de la tecnología y la conectividad en áreas estratégicas, especialmente aquellas con alta actividad económica.

Los servicios personales y gubernamentales, por otro lado, mantuvieron una baja asociación geográfica con la mayoría de los sectores. En 2019, por ejemplo, los coeficientes apenas alcanzaron 0.15 en relación con la industria manufacturera y 0.11 con los servicios domésticos, lo que sugiere que estos sectores están más relacionados con la densidad poblacional que con actividades económicas específicas. Finalmente, los servicios domésticos continuaron mostrando una dispersión territorial amplia, con coeficientes bajos en todas sus asociaciones con otros sectores, lo que evidencia que su distribución no depende de concentraciones económicas específicas, sino de las dinámicas locales y regionales.

El análisis de los coeficientes de asociación geográfica entre 2005 y 2019 muestra cómo sectores estratégicos como la minería, las actividades financieras y las telecomunicaciones tienden a concentrarse progresivamente en áreas urbanas y regiones con alta actividad económica. Por otro lado, sectores como los servicios domésticos y personales mantienen una amplia distribución territorial, con menor vinculación a concentraciones específicas de actividad económica.

Tabla 13*Coficiente de asociación geográfica año 2005*

Actividad	1. Agricultura y pesca	2. Minería	3. Industria manufacturera	4. Energía y saneamiento	5. Construcción	6. Comercio, transporte y alojamiento	7. Telecomunicaciones	8. Actividades financieras y de seguros	9. Actividades inmobiliarias	10. Servicios personales	11. Servicios gubernamentales	12. Servicios domesticos
1. Agricultura y pesca	0.00											
2. Minería	0.47	0.00										
3. Industria manufacturera	0.22	0.53	0.00									
4. Energía y saneamiento	0.20	0.49	0.07	0.00								
5. Construcción	0.30	0.50	0.11	0.16	0.00							
6. Comercio, transporte y alojamiento	0.28	0.47	0.11	0.15	0.05	0.00						
7. Telecomunicaciones	0.42	0.56	0.20	0.25	0.12	0.14	0.00					
8. Actividades financieras y de seguros	0.47	0.57	0.25	0.31	0.17	0.19	0.06	0.00				
9. Actividades inmobiliarias	0.39	0.56	0.20	0.27	0.14	0.14	0.06	0.08	0.00			
10. Servicios personales	0.34	0.54	0.14	0.20	0.08	0.08	0.08	0.14	0.06	0.00		
11. Servicios gubernamentales	0.31	0.45	0.14	0.16	0.09	0.04	0.15	0.20	0.14	0.10	0.00	
12. Servicios domesticos	0.43	0.55	0.21	0.27	0.14	0.16	0.03	0.04	0.06	0.10	0.16	0.00

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.**Tabla 14***Coficiente de asociación geográfica año 2010*

Actividad	1. Agricultura y pesca	2. Minería	3. Industria manufacturera	4. Energía y saneamiento	5. Construcción	6. Comercio, transporte y alojamiento	7. Telecomunicaciones	8. Actividades financieras y de seguros	9. Actividades inmobiliarias	10. Servicios personales	11. Servicios gubernamentales	12. Servicios domesticos
1. Agricultura y pesca	0.00											
2. Minería	0.46	0.00										
3. Industria manufacturera	0.22	0.56	0.00									
4. Energía y saneamiento	0.20	0.50	0.08	0.00								
5. Construcción	0.23	0.47	0.10	0.11	0.00							
6. Comercio, transporte y alojamiento	0.28	0.50	0.13	0.16	0.09	0.00						
7. Telecomunicaciones	0.40	0.57	0.19	0.23	0.18	0.12	0.00					
8. Actividades financieras y de seguros	0.49	0.58	0.28	0.32	0.27	0.20	0.09	0.00				
9. Actividades inmobiliarias	0.39	0.58	0.20	0.27	0.24	0.14	0.06	0.09	0.00			
10. Servicios personales	0.33	0.56	0.12	0.20	0.17	0.08	0.06	0.16	0.07	0.00		
11. Servicios gubernamentales	0.31	0.46	0.15	0.16	0.13	0.06	0.14	0.22	0.14	0.10	0.00	
12. Servicios domesticos	0.43	0.57	0.22	0.27	0.23	0.15	0.04	0.06	0.05	0.10	0.16	0.00

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 15*Coficiente de asociación geográfica año 2015*

Actividad	1. Agricultura y pesca	2. Minería	3. Industria manufacturera	4. Energía y saneamiento	5. Construcción	6. Comercio, transporte y alojamiento	7. Telecomunicaciones	8. Actividades financieras y de seguros	9. Actividades inmobiliarias	10. Servicios personales	11. Servicios gubernamentales	12. Servicios domesticos
1. Agricultura y pesca	0.00											
2. Minería	0.50	0.00										
3. Industria manufacturera	0.20	0.60	0.00									
4. Energía y saneamiento	0.21	0.53	0.07	0.00								
5. Construcción	0.20	0.50	0.10	0.05	0.00							
6. Comercio, transporte y alojamiento	0.30	0.54	0.16	0.16	0.15	0.00						
7. Telecomunicaciones	0.41	0.61	0.22	0.24	0.25	0.11	0.00					
8. Actividades financieras y de seguros	0.49	0.63	0.31	0.33	0.33	0.20	0.09	0.00				
9. Actividades inmobiliarias	0.39	0.62	0.21	0.27	0.29	0.13	0.06	0.10	0.00			
10. Servicios personales	0.33	0.61	0.14	0.20	0.22	0.07	0.08	0.16	0.07	0.00		
11. Servicios gubernamentales	0.32	0.49	0.17	0.16	0.17	0.07	0.15	0.23	0.15	0.11	0.00	
12. Servicios domesticos	0.44	0.61	0.25	0.27	0.28	0.14	0.04	0.06	0.06	0.10	0.17	0.00

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.**Tabla 16***Coficiente de asociación geográfica año 2019*

Actividad	1. Agricultura y pesca	2. Minería	3. Industria manufacturera	4. Energía y saneamiento	5. Construcción	6. Comercio, transporte y alojamiento	7. Telecomunicaciones	8. Actividades financieras y de seguros	9. Actividades inmobiliarias	10. Servicios personales	11. Servicios gubernamentales	12. Servicios domesticos
1. Agricultura y pesca	0.00											
2. Minería	0.53	0.00										
3. Industria manufacturera	0.19	0.63	0.00									
4. Energía y saneamiento	0.22	0.57	0.07	0.00								
5. Construcción	0.21	0.56	0.07	0.04	0.00							
6. Comercio, transporte y alojamiento	0.31	0.58	0.16	0.17	0.14	0.00						
7. Telecomunicaciones	0.41	0.65	0.23	0.25	0.23	0.11	0.00					
8. Actividades financieras y de seguros	0.50	0.67	0.32	0.34	0.32	0.20	0.09	0.00				
9. Actividades inmobiliarias	0.39	0.66	0.21	0.27	0.26	0.13	0.06	0.11	0.00			
10. Servicios personales	0.33	0.64	0.15	0.21	0.20	0.07	0.08	0.17	0.07	0.00		
11. Servicios gubernamentales	0.32	0.53	0.18	0.16	0.15	0.07	0.16	0.24	0.15	0.11	0.00	
12. Servicios domesticos	0.44	0.65	0.25	0.28	0.26	0.14	0.04	0.07	0.06	0.11	0.18	0.00

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE

3.3.2.4 Coeficiente de Redistribución

El Coeficiente de Redistribución mide el grado de cambio de una actividad en dos periodos de tiempo. Un valor bajo indica que la actividad ha permanecido estable en su distribución geográfica, mientras que un valor alto sugiere una reestructuración o redistribución significativa. Observando los datos de la tabla, la mayoría de las actividades muestran cambios moderados o bajos en su distribución geográfica a lo largo del tiempo, lo cual sugiere que la estructura económica de Colombia ha mantenido una distribución relativamente estable.

Tabla 17

Coeficiente de redistribución

Actividad	2005-2010	2010-2015	2015-20179	Total
1. Agricultura y pesca	0.023	0.024	0.012	0.049
2. Minería	0.077	0.054	0.043	0.096
3. Industria manufacturera	0.017	0.023	0.012	0.043
4. Energía y saneamiento	0.004	0.011	0.005	0.016
5. Construcción	0.091	0.062	0.025	0.131
6. Comercio, transporte y alojamiento	0.011	0.013	0.003	0.018
7. Telecomunicaciones	0.024	0.012	0.003	0.017
8. Actividades financieras y de seguros	0.022	0.009	0.004	0.027
9. Actividades inmobiliarias	0.008	0.005	0.008	0.012
10. Servicios personales	0.008	0.004	0.005	0.016
11. Servicios gubernamentales	0.008	0.007	0.002	0.014
12. Servicios domesticos	0.007	0.005	0.004	0.010

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE

Las actividades que han presentado cambios significativos son los siguientes:

La actividad de construcción muestra el coeficiente de redistribución más alto, con un total de 0.131 en el periodo completo. Observamos un valor de 0.091 entre 2005 y 2010, que disminuye a 0.062 en 2010-2015 y finalmente a 0.025 en 2015-2019. Esta tendencia sugiere que la construcción experimentó un proceso de reestructuración importante al inicio del periodo analizado, probablemente vinculado a proyectos de infraestructura y crecimiento urbano en varias regiones del país. Sin embargo, la reducción en los valores del coeficiente indica una estabilización progresiva, lo que podría implicar que las inversiones en construcción se han distribuido de manera más uniforme en el tiempo.

De la misma manera la minería presenta un coeficiente de redistribución relativamente alto, con un total de 0.096, distribuidos en 0.077 para el periodo 2005-2010, 0.054 en 2010-2015 y 0.043 en 2015-2019. Al igual que la construcción, la minería muestra una disminución progresiva en sus valores de reestructuración, lo cual sugiere que la actividad minera tuvo una redistribución importante en los primeros años analizados, posiblemente debido a la expansión de proyectos de explotación de recursos naturales en nuevas regiones. Sin embargo, a medida que estos proyectos se consolidaron, la distribución geográfica de la minería se estabilizó.

Mientras que las actividades que han presentado cambios moderados son Agricultura y pesca con un coeficiente de redistribución total de 0.049, este sector muestra cambios moderados en su distribución espacial, especialmente en los periodos 2005-2010 (0.023) y 2010-2015 (0.024), mientras que en 2015-2019 baja a 0.012. Esto sugiere una distribución relativamente estable de las actividades agropecuarias, aunque con ajustes menores que podrían reflejar cambios en las preferencias de cultivos o prácticas ganaderas en diferentes regiones.

La Industria Manufacturera es otro sector que presenta cambios moderados con un coeficiente de redistribución total de 0.043, con valores de 0.017 en 2005-2010 y 0.023 en 2010-2015, mientras que en 2015-2019 disminuye a 0.012. La industria manufacturera muestra una tendencia similar a la agroganadera, con una ligera reestructuración al inicio del periodo y una estabilización hacia el final. Esto podría estar relacionado con el desarrollo de polos industriales específicos y con políticas de reindustrialización en ciertas áreas urbanas.

Mientras que las actividades que presentan cambios bajos o estables en el periodo analizado son Comercio, transporte y alojamiento, con un coeficiente de redistribución total de 0.018, este sector muestra una distribución geográfica bastante estable. Sus valores se mantienen bajos en todos los periodos (0.011, 0.013 y 0.003 respectivamente), lo que indica poca variación en la ubicación de estas actividades a nivel regional. Este comportamiento sugiere que el comercio y los servicios logísticos y de alojamiento han mantenido una presencia constante en el país, posiblemente debido a que responden principalmente a las necesidades de la población.

De la misma manera los Servicios gubernamentales y los servicios domésticos muestran coeficientes de redistribución muy bajos, con un total de 0.014 y 0.010, respectivamente. Ambos sectores tienen valores consistentemente bajos en todos los periodos. Esto indica una estabilidad geográfica en estos sectores, probablemente porque están relacionados con la demanda local y la necesidad de cubrir las necesidades de todas las áreas del país de manera uniforme.

Por último, Energía y saneamiento este sector presenta un coeficiente total de 0.016, lo cual es bajo y muestra estabilidad en la distribución geográfica de estos servicios. Esto puede estar relacionado con la necesidad de una cobertura nacional de servicios básicos, que requiere infraestructura que sea permanente en diversas regiones del país.

3.3.3 Medidas de Localización Regional:

Las medidas de localización regional permiten identificar el grado de concentración y especialización de las actividades económicas en cada región del país. A través de estas métricas, se puede observar cuáles áreas tienen una estructura económica centrada en sectores específicos y cuáles muestran una distribución más diversificada. Los resultados obtenidos ofrecen un panorama sobre la especialización productiva en regiones como la Amazonía y Orinoquia, que dependen en gran medida del sector primario, en contraste con zonas como la Andina y Bogotá, donde la diversificación económica es mayor.

3.3.3.1 Coeficiente de Especialización

El Coeficiente de Especialización Regional permite analizar la concentración de actividades económicas en cada región de Colombia, brindando una perspectiva de cómo cada área se especializa o diversifica en términos de sus sectores productivos. Los valores altos de este coeficiente indican una concentración de actividades específicas, mientras que los valores bajos sugieren una distribución más equilibrada y variada de la economía regional.

Tabla 18*Coefficiente de especialización*

Región	2005	2010	2015	2019
Amazónica	0.49	0.49	0.50	0.50
Andina	0.09	0.09	0.10	0.10
Bogotá	0.17	0.18	0.20	0.19
Caribe	0.09	0.09	0.10	0.11
Orinoquia	0.42	0.46	0.48	0.48
Pacífico	0.07	0.08	0.10	0.09

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE

La Amazonía y la Orinoquia son las regiones que muestran los niveles más altos de especialización a lo largo de los periodos analizados. En el caso de la Amazonía, los coeficientes de especialización se mantienen en 0.49 durante los primeros años y suben ligeramente a 0.50 en 2015 y 2019, reflejando una alta concentración en actividades económicas vinculadas al sector primario, como la agricultura y la explotación forestal. En cuanto a la Orinoquia, los coeficientes aumentan de 0.42 en 2005 a 0.48 en 2019, lo que confirma su perfil especializado, principalmente en la minería y explotación de hidrocarburos.

Estos valores de especialización indican que ambas regiones dependen fuertemente de actividades extractivas y agrícolas, lo que, si bien responde a sus características geográficas y recursos naturales, también implica un grado de vulnerabilidad. Esta concentración puede hacerlas susceptibles a fluctuaciones en los precios de estos productos y a políticas ambientales que afecten su explotación. La especialización de Amazonía y Orinoquia en sectores primarios refuerza la necesidad de políticas de desarrollo regional que busquen diversificar su base económica y así reducir la dependencia en recursos naturales.

En Bogotá, el coeficiente de especialización ha mostrado un crecimiento moderado, pasando de 0.17 en 2005 a 0.20 en 2015, con una leve baja a 0.19 en 2019. Esto refleja una concentración en sectores como los servicios financieros, comercio y servicios personales, que son actividades características de la capital. Sin embargo, la economía de Bogotá sigue siendo diversa y mantiene un equilibrio entre actividades especializadas y otras menos concentradas, lo cual permite una mayor resiliencia frente a cambios sectoriales específicos.

Por su parte, la región Caribe presenta coeficientes de especialización que van de 0.09 en 2005 a 0.11 en 2019, lo que indica una especialización relativamente baja. No obstante, este leve incremento sugiere una concentración moderada en sectores como el turismo y ciertas actividades extractivas, especialmente en zonas como La Guajira. A pesar de esta concentración, la región Caribe mantiene una economía equilibrada y abierta a diferentes sectores, lo cual le permite adaptarse a diversas demandas y contextos económicos.

La región Andina y la región Pacífica son las áreas con los coeficientes de especialización más bajos, indicando una economía diversificada y con menor dependencia en sectores específicos. En la región Andina, el coeficiente se mantiene estable en 0.09 durante 2005 y 2010, aumentando levemente a 0.10 en los últimos periodos. Esta región, que incluye gran parte de la actividad agrícola y manufacturera del país, se caracteriza por una economía variada que incluye múltiples sectores, lo cual es beneficioso en términos de estabilidad y adaptabilidad.

En el caso de la región Pacífica, los coeficientes de especialización son los más bajos del país, comenzando en 0.07 en 2005 y alcanzando 0.10 en 2015, para luego volver a 0.09 en 2019. Esta región combina actividades como la pesca, la minería y ciertos servicios, manteniendo una economía balanceada que responde a sus características geográficas y necesidades locales.

El análisis del Coeficiente de Especialización Regional confirma que la estructura económica de Colombia presenta tanto regiones altamente especializadas como regiones con una economía diversificada:

Amazonía y Orinoquia: La alta especialización en sectores primarios de estas regiones subraya la necesidad de políticas que incentiven la diversificación y el desarrollo de nuevas industrias que generen empleo y reduzcan la dependencia de recursos naturales.

Bogotá y Caribe: La moderada especialización de Bogotá y el Caribe señala oportunidades para consolidar industrias emergentes o complementar los sectores ya establecidos, como los servicios financieros en Bogotá o el turismo en el Caribe.

Andina y Pacífico: La diversificación en estas regiones es una fortaleza que permite flexibilidad y adaptabilidad ante los cambios en los mercados. Sin embargo, la región

Pacífica podría beneficiarse de políticas de desarrollo que impulsen sectores estratégicos, como el turismo sostenible o el aprovechamiento de recursos marinos, que aprovechen sus características únicas.

3.3.3.2 Coeficiente de Reestructuración

El Coeficiente de Reestructuración Regional nos permite observar si ha habido cambios en la distribución de las actividades productivas en las diferentes regiones de Colombia entre los periodos 2005-2010, 2010-2015, y 2015-2019. A través de este indicador podemos determinar si la estructura económica regional ha experimentado modificaciones importantes o si, por el contrario, ha permanecido estable.

Tabla 19

Coeficiente de reestructuración

Región	2005-2010	2010-2015	2015-2019	2005-2019
Amazónica	0.13	0.03	0.08	0.11
Andina	0.04	0.04	0.03	0.08
Bogotá	0.03	0.04	0.03	0.08
Caribe	0.04	0.04	0.02	0.08
Orinoquia	0.05	0.03	0.06	0.05
Pacífico	0.03	0.03	0.03	0.05
Total	0.04	0.03	0.03	0.06

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE

El Coeficiente de Reestructuración Regional nos permite observar si ha habido cambios en la distribución de las actividades productivas en las diferentes regiones de Colombia entre los periodos 2005-2010, 2010-2015, y 2015-2019. A través de este indicador podemos determinar si la estructura económica regional ha experimentado modificaciones importantes o si, por el contrario, ha permanecido estable.

Los datos muestran que, en términos generales, la estructura económica en Colombia no ha tenido cambios significativos en la distribución geográfica de las actividades productivas. A nivel nacional, el coeficiente de reestructuración promedio se mantiene bajo, con un valor total de 0.06, lo cual indica que la mayoría de las regiones han conservado una distribución estable de sus actividades productivas en el tiempo.

La región Amazónica es la que presenta el mayor coeficiente de reestructuración, con un valor de 0.13 en el periodo 2005-2010, lo cual sugiere un ajuste notable en la distribución de sus actividades productivas durante esos años. Esto podría estar relacionado con cambios en la explotación de recursos naturales o la expansión de actividades agrícolas y ganaderas en esta región. Posteriormente, en los periodos de 2010-2015 y 2015-2019, los valores descienden a 0.03 y 0.08 respectivamente, lo cual indica que la estructura económica de la Amazonía ha tendido a estabilizarse después de los ajustes iniciales. El coeficiente total acumulado de 0.11 en la Amazonía confirma que esta región ha sido la más dinámica en términos de reestructuración durante el periodo analizado.

En contraste, las demás regiones muestran valores bajos y relativamente constantes en sus coeficientes de reestructuración, lo que apunta a una estructura económica sólida y estable.

Región Andina y Bogotá: Tanto la región Andina como Bogotá tienen un coeficiente total de 0.08. Estos valores se mantienen bajos en los distintos periodos, lo cual sugiere que la distribución de las actividades productivas en estas zonas ha sido constante. Esto es consistente con la diversidad económica de estas áreas, donde sectores como el comercio y los servicios han tenido una presencia fuerte y estable.

Región Caribe: La región Caribe presenta también un bajo nivel de reestructuración, con un total de 0.08. Su valor más bajo se da en el periodo 2015-2019, con 0.02, lo cual sugiere una distribución estable de sus actividades económicas, especialmente en sectores consolidados como el turismo y las industrias extractivas.

Orinoquia y Pacífico: La región Orinoquia, con un coeficiente total de 0.05, muestra un leve ajuste en el periodo 2015-2019 (0.06), posiblemente relacionado con la expansión o cambios en la actividad de hidrocarburos. La región Pacífico, por su parte, muestra valores constantes de 0.03 en cada periodo, lo que indica una estructura económica bien establecida, diversificada en actividades como la pesca, la minería y servicios básicos.

Conociendo la distribución de las actividades económicas en Colombia durante los años 2005, 2010, 2015 y 2019, resulta relevante analizar cómo están interconectadas. Para ello, se procederá al cálculo de las medidas de interdependencia, utilizando la matriz insumo-

producto correspondiente a estos años. Esta herramienta incluye las principales ramas de la economía colombiana, proporcionando una base sólida para examinar las relaciones económicas entre los diferentes sectores.

CAPITULO 4: DINÁMICA DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS Y SU IMPACTO EN LA ESTRUCTURA ECONÓMICA COLOMBIANA (2005-2019)

La literatura sobre los eslabonamientos productivos en Colombia ha evolucionado en torno a la necesidad de comprender las interrelaciones sectoriales y el impacto de ciertos sectores claves en la economía nacional y regional. Estos estudios suelen basarse en la metodología insumo producto para analizar las conexiones de entre sectores, calcular sus efectos multiplicadores y determinar el rol de cada sector económico.

Uno de los primeros aportes en el contexto colombiano fue realizado por Bonet (2006), quien aplicó un modelo insumo producto multirregional para analizar las interdependencias productivas y espaciales en Colombia. Este estudio señaló que las economías regionales presentan una baja dependencia entre sí los que también podemos observar en el capítulo anterior con las medidas de localización y especialización, lo que implica que la estructura productiva autosuficiente en la mayoría de las regiones del país, Bonet concluye que los sectores con altos eslabonamientos productivos suelen centrarse en regiones más prosperas, lo cual tiene a perpetuar desigualdades, regionales existentes. (Bonet-Moron, 2006).

Posteriormente, Vega Armenta (2008) examinó los eslabonamientos productivos en el periodo 1990-2004, en un contexto de apertura económica, este estudio utilizó los métodos Chenery-Watanabe y Rasmussen para calcular los encadenamientos y destacó que, a pesar de los cambios en la estructura productiva del país, no se lograron consolidar sectores con suficiente capacidad de arrastre para estimular otros sectores de manera significativa. Los hallazgos de Vega Armenta sugieren que, aunque se produjeron transformaciones, la estructura productiva colombiana mantuvo una dependencia considerable en sectores específicos (Vega-Armenta, 2008).

Hernández (2012), utilizando una matriz insumo-producto correspondiente al año 2007, centró su investigación en los efectos multiplicadores de sectores clave en Colombia, como la agricultura, manufactura y servicios. Su estudio concluyó que estos sectores tienen una alta capacidad para generar empleo y valor agregado, lo cual los convierte en

componentes críticos dentro de la estructura productiva nacional. Además, destaca sectores con fuertes eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás, como el petróleo, productos químicos y plásticos, y transporte, por su rol en la dinamización de otras actividades económicas a través de efectos de arrastre(Hernández, 2012)

En años recientes, Gaytán Alfaro y Riaño Angel (2015) empearon la matriz insumo de producto del año 2010 para el análisis e los efectos multiplicadores y la intensidad de los flujos intersectoriales de Colombia. Sus resultados indican que las actividades de Sustancias Químicas, Productos de Caucho y Plástico y Equipo de Trasporte tienen un alto encadenamiento hacia adelante y hacia atrás, lo que los convierte en sectores estratégicos dentro de la estructura económica. El estudio profundizó en cómo en ciertos sectores no solo aportan valor agregado directo, sin que también actúan como motores para otras áreas de la economía nacional (Gaytán & Riaño, 2015).

Hahn de Castro (2016) realizó un análisis detallado de los encadenamientos productivos entre departamentos colombianos para los años 2004 y 2012, empleando una matriz multirregional y métodos de la matriz inversa de Leontief usando una estimación empírica de matrices regionales. Los resultados muestran que departamentos desarrollados como Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca presentaron altos niveles de encadenamientos intrarregionales, reflejando una fuerte interdependencia dentro de sus economías locales. Estos departamentos generaron efectos significativos en sus propias producciones al depender de insumos internos, lo que refuerza el desarrollo local (Hahn-de-Castro, 2016).

En cuanto a los encadenamientos interregionales, Hahn-de-Castro halló que sectores como industria y servicios juegan un rol clave como proveedores de insumos para otras regiones menos desarrolladas. Sin embargo, los departamentos ricos en recursos naturales, como Meta y Cesar, presentaron menores encadenamientos interregionales a pesar de su alto producto per cápita, evidenciando que las economías extractivas pueden generar ingresos altos sin necesariamente promover el desarrollo en otros sectores. Además, los sectores de construcción y administración pública destacaron por el crecimiento en sus encadenamientos productivos, especialmente en regiones como Cundinamarca y La Guajira, lo cual representa un cambio estructural significativo en la economía regional del país. Estos sectores demostraron una alta capacidad de arrastre en sus cadenas de suministro y demanda,

sugiriendo su creciente importancia en el desarrollo económico de ciertas áreas (Hahn-De-Castro, 2016).

4.1 FUENTES ESTADISTICAS

Para este estudio, se utilizaron matrices insumo-producto disponibles en el portal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). En específico, se trabajó con las matrices producto a producto correspondientes a los años 2005 y 2010, que están en precios corrientes de 2005 y cuentan con una desagregación de 61 sectores. Adicionalmente, se emplearon las matrices de los años 2015 y 2019, a precios corrientes de 2015, y estas incluyen una desagregación ampliada a 68 sectores. Esta selección de matrices permite cubrir un periodo clave para observar los cambios estructurales en los eslabonamientos productivos en la economía colombiana.

Siguiendo los procedimientos descritos en el capítulo dos, se comenzó con el cálculo de la matriz de coeficientes técnicos A , que se obtiene al dividir cada elemento de la matriz de transacciones por el valor bruto del respectivo sector, tal como se detalla en la sección 2.2.2. A partir de esta matriz se calculó la Matriz de Multiplicadores $T = (I - A)^{-1}$ lo cual permitió observar cómo los efectos indirectos de los cambios en la demanda final influyen sobre la producción de cada sector. Este procedimiento sigue el modelo planteado por el lado de la demanda, representado por la ecuación $X = (I - A)^{-1}Y$.

De manera análoga, se llevó a cabo el cálculo desde el lado de la oferta, utilizando la matriz de entregas E , obtenida de la matriz de transacciones. Se procedió a calcular la Matriz Inversa de Entregas $S = (I - E)^{-1}$, como se detalla en la sección 2.2.3, Esta matriz permite demostrar el modelo desde el lado de la oferta, usando la ecuación $X = VA(I - E)^{-1}$ Para el caso colombiano, fue necesario añadir el vector de impuestos al valor agregado y de importaciones cuando estos valores estaban presentes.

De esta manera, se pudo verificar que los resultados obtenidos cumplen con los supuestos planteados en el capítulo dos. Con esto, se procede a realizar los cálculos de las medidas de interdependencia y a identificar los complejos industriales, cuyos resultados se presentan a continuación.

4.2 MEDIDAS DE INTERDEPENDENCIA Y ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS PARA COLOMBIA

Con el objetivo de identificar los sectores clave en la economía colombiana, se calcularon los índices de interdependencia sectorial, abarcando tanto efectos directos como indirectos, seguidos de los índices de interdependencia promediados por año. Esta metodología permite observar la estructura sectorial de cada periodo y analizar cómo se ha transformado la relación entre sectores con el tiempo.

Para el análisis de las interdependencias y eslabonamientos productivos, se utilizan los índices relativos de interdependencia directa, ya que ofrecen una comprensión más precisa y comparativa de cada rama dentro de la estructura productiva nacional. Estos índices superan a los directos e indirectos al posicionar a cada sector en una de las cuatro categorías posibles: producción primaria destinada al consumo intermedio, manufacturas orientadas al consumo intermedio, manufacturas dirigidas al consumo final y producción primaria destinada al consumo final. Esta clasificación permite identificar no solo las relaciones inmediatas de dependencia, sino también el papel estratégico de cada rama en el contexto económico general.

Matemáticamente, al dividir el vector de interdependencia sectorial por un escalar, el índice relativo mantiene el posicionamiento i -ésimo de cada sector, preservando así su jerarquía en términos de interdependencia. Esto facilita un análisis comparativo que resalta la posición de cada sector en el sistema productivo, manteniendo la coherencia en las relaciones de dependencia y evitando distorsiones por variaciones absolutas.

Al posicionar estratégicamente cada sector dentro de la estructura de interrelaciones económicas, el uso de índices relativos no solo destaca su importancia en términos absolutos, sino que también revela su impacto y dependencia en el flujo productivo nacional.

A continuación, se presentan los índices relativos de interdependencia agrupados por años, permitiendo observar la evolución y el papel de cada sector en la estructura productiva colombiana en distintos años. Esta organización, facilita un análisis temporal comparativo, revelando tanto la estabilidad como los cambios en las interdependencias y eslabonamientos sectoriales a lo largo del tiempo.

4.2.1 Índices de Interdependencia Sectorial Directa

Para el análisis de los Índices de Interdependencia Sectorial Directa, se procedió a clasificar cada sector según los criterios establecidos en el capítulo 2. Dado que se utilizaron dos metodologías diferentes, correspondientes a los periodos 2005-2010 y 2015-2020, fue necesario realizar una homologación de las actividades económicas para garantizar la comparabilidad entre ambas. Durante este proceso, se identificaron actividades nuevas que no estaban presentes en la clasificación original de 2005 y 2010, lo que resultó en casillas sin valores en estos años. Esta adaptación metodológica permitió integrar las nuevas actividades y mantener la coherencia en el análisis, asegurando que los índices reflejaran adecuadamente la evolución estructural de la economía durante todo el periodo estudiado.

En los resultados, se observa que algunas actividades mantuvieron su clasificación constante durante los cuatro años analizados. Por otro lado, se identificaron índices de interdependencia que variaron a lo largo del periodo, destacando los cambios más significativos en la estructura productiva nacional. A continuación, se presentan los índices que permanecieron sin cambios.

4.2.1.1 Producción Primaria con Destino Intermedio

En la categoría de Producción Primaria con Destino Intermedio, el cultivo permanente de café muestra un aumento significativo en su encadenamiento hacia atrás, que pasa de 0.238 en 2005 a 0.673 en 2015, con una ligera reducción a 0.634 en 2019. Esto indica que su dependencia de insumos provenientes de otros sectores creció durante el periodo, aunque se estabilizó hacia el final. En cuanto a su encadenamiento hacia adelante, se observa una disminución progresiva, desde 2.203 en 2005 hasta 1.503 en 2019, reflejando una menor participación como proveedor de insumos para otros sectores económicos.

La silvicultura y extracción de madera presenta una evolución estable en su encadenamiento hacia atrás, con valores que oscilan entre 0.439 y 0.567, lo que indica una dependencia moderada y constante de insumos externos. Por su parte, el encadenamiento hacia adelante varía ligeramente entre 1.637 y 1.452 a lo largo del periodo, evidenciando que su relevancia como proveedor de insumos para otros sectores permanece prácticamente sin cambios.

Tabla 20*Índices de Interdependencia Directa, Producción Primaria con Destino intermedio*

Sector	Año							
	2005		2010		2015		2019	
	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP
2 Cultivo permanente de café	0.238	2.203	0.220	1.742	0.673	1.559	0.634	1.503
4 Silvicultura y extracción de madera	0.439	1.637	0.501	1.446	0.486	1.465	0.567	1.452
8 Extracción de minerales metalíferos	0.778	1.039	0.641	1.175	0.657	1.737	0.474	1.739
9 Extracción de otras minas y canteras	0.432	2.021	0.436	1.893	0.868	1.728	0.893	1.696
10 Actividades de apoyo para actividades de explotación	-	-	-	-	0.504	1.426	0.515	1.454
47 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores	0.784	1.615	0.909	1.299	0.993	1.004	0.954	1.024
55 Actividades de edición (libros, periódicos, otros)	-	-	-	-	0.852	1.649	0.783	1.155
57 Actividades de servicios financieros de intermediación	0.770	1.492	0.639	1.384	0.821	1.270	0.849	1.267
59 Actividades auxiliares complementarias	0.569	2.190	0.479	1.965	0.736	1.489	0.761	1.469
61 Actividades profesionales, científicas y técnicas	-	-	-	-	0.730	1.645	0.678	1.652
62 Actividades de servicios administrativos y de apoyo	-	-	-	-	0.478	1.785	0.473	1.773

Nota. elaboración propia, en Anexos se adjunta la clasificación agrupada por años

En la categoría de Producción Primaria con Destino Intermedio, el cultivo permanente de café muestra un aumento significativo en su encadenamiento hacia atrás, que pasa de 0.238 en 2005 a 0.673 en 2015, con una ligera reducción a 0.634 en 2019. Esto indica que su dependencia de insumos provenientes de otros sectores creció durante el periodo, aunque se estabilizó hacia el final. En cuanto a su encadenamiento hacia adelante, se observa una disminución progresiva, desde 2.203 en 2005 hasta 1.503 en 2019, reflejando una menor participación como proveedor de insumos para otros sectores económicos.

La silvicultura y extracción de madera presenta una evolución estable en su encadenamiento hacia atrás, con valores que oscilan entre 0.439 y 0.567, lo que indica una dependencia moderada y constante de insumos externos. Por su parte, el encadenamiento hacia adelante varía ligeramente entre 1.637 y 1.452 a lo largo del periodo, evidenciando que su relevancia como proveedor de insumos para otros sectores permanece prácticamente sin cambios.

En el caso de la extracción de minerales metalíferos, su encadenamiento hacia atrás se mantiene elevado en los cuatro años analizados, aunque con una leve disminución hacia el final, pasando de 0.778 en 2005 a 0.474 en 2019. Por otro lado, el encadenamiento hacia adelante muestra un incremento, alcanzando un valor de 1.739 en 2019, lo que sugiere un papel creciente como proveedor estratégico en la economía.

La extracción de otras minas y canteras evidencia un comportamiento similar. Su encadenamiento hacia atrás aumenta gradualmente de 0.432 en 2005 a 0.893 en 2019, mientras que el encadenamiento hacia adelante se mantiene alto y relativamente constante, con valores que fluctúan entre 2.021 y 1.696.

Las actividades de apoyo para la explotación de minas y canteras, que no aparecen registradas en 2005 y 2010, tienen valores significativos a partir de 2015, con un encadenamiento hacia atrás de 0.504 y 0.515 en 2019. En cuanto a su encadenamiento hacia adelante, se ubica en 1.426 y 1.454 en esos mismos años, lo que evidencia su importancia como proveedor de servicios en la cadena extractiva.

Por último, los servicios financieros y de intermediación destacan por un encadenamiento hacia atrás elevado y constante, que va de 0.770 en 2005 a 0.849 en 2019. Su encadenamiento hacia adelante, sin embargo, muestra una tendencia decreciente, pasando de 1.492 en 2005 a 1.267 en 2019, lo que indica una disminución en su relevancia como insumo para otros sectores.

4.2.1.2 Manufacturas con Destino Intermedio

En el caso de las manufacturas con destino intermedio, El sector de elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal presenta un comportamiento estable tanto en su encadenamiento hacia atrás como hacia adelante. El primero oscila entre 1.448 en 2005 y 1.521 en 2019, reflejando una dependencia constante de insumos externos. Su encadenamiento hacia adelante también permanece estable, con ligeros aumentos desde 1.189 en 2005 a 1.528 en 2019, indicando una participación moderada como proveedor de insumos intermedios.

Por otro lado, el sector de preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles muestra un comportamiento diferenciado. Su encadenamiento hacia atrás registra una disminución progresiva desde 1.241 en 2005 hasta 1.165 en 2019, lo que refleja una menor dependencia de insumos externos. Sin embargo, su encadenamiento hacia adelante muestra un comportamiento opuesto, incrementándose de 2.070 en 2005 a 2.215 en 2019, lo que lo posiciona como un proveedor clave en la economía.

Tabla 21*Índices de Interdependencia Directa, Manufacturas con Destino Intermedio*

Sector	Año							
	2005		2010		2015		2019	
	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP
12 Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal	1.448	1.189	1.564	1.689	1.491	1.464	1.521	1.528
20 Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos	1.241	2.070	1.418	2.593	1.156	2.002	1.165	2.215
23 Transformación de la madera y fabricación de productos	1.375	2.216	1.162	2.078	1.210	2.008	1.270	2.153
24 Fabricación de papel, cartón y productos de papel	1.359	1.691	1.526	1.820	1.197	1.320	1.299	1.359
26 Fabricación de sustancias y productos químicos	1.084	1.102	1.362	1.804	1.271	1.910	1.241	1.911
27 Fabricación de productos farmacéuticos	-	-	-	-	1.275	1.471	1.237	1.534
28 Fabricación de productos de caucho y de plástico	1.203	1.796	1.538	2.187	1.461	2.082	1.485	2.014
30 Fabricación de productos metalúrgicos básicos	1.310	1.553	1.353	1.875	1.386	1.792	1.311	1.852
31 Fabricación de aparatos y equipo eléctrico	1.068	1.610	1.376	2.510	1.250	2.379	1.285	2.365
32 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.; instalación	1.118	1.147	1.322	1.810	1.033	2.425	1.245	2.736
45 Actividades especializadas para la construcción	-	-	-	-	1.240	1.633	1.135	1.625

Nota. elaboración propia, en Anexos se adjunta la clasificación agrupada por años

En el caso de la transformación de madera y fabricación de productos de madera y corcho, su encadenamiento hacia atrás disminuye inicialmente de 1.375 en 2005 a 1.210 en 2015, para luego incrementarse ligeramente a 1.270 en 2019. Esto sugiere fluctuaciones en su dependencia de insumos externos. Por su parte, el encadenamiento hacia adelante mantiene una tendencia creciente, con un aumento constante desde 2.216 en 2005 hasta 2.153 en 2019, consolidando su relevancia como proveedor de insumos.

El sector de fabricación de papel, cartón y productos asociados muestra una caída constante en su encadenamiento hacia atrás, pasando de 1.359 en 2005 a 1.299 en 2019, indicando una menor dependencia de insumos. Su encadenamiento hacia adelante se mantiene relativamente estable en valores cercanos a 1.691 y 1.359, reflejando una ligera reducción en su importancia como proveedor.

La fabricación de sustancias y productos químicos registra un comportamiento interesante. Su encadenamiento hacia atrás experimenta fluctuaciones mínimas, con valores entre 1.084 en 2005 y 1.241 en 2019. Sin embargo, su encadenamiento hacia adelante incrementa significativamente, pasando de 1.102 en 2005 a 1.911 en 2019, destacando su creciente papel como proveedor estratégico en la cadena productiva.

En sectores más recientes, como la fabricación de productos farmacéuticos, que aparecen a partir de 2015, se observa un encadenamiento hacia atrás moderado de 1.275 en 2015 que desciende ligeramente a 1.237 en 2019. Su encadenamiento hacia adelante, por otro

lado, incrementa de 1.471 a 1.534 en el mismo periodo, consolidando su relevancia como insumo en la economía.

La fabricación de productos de caucho y plástico muestra un encadenamiento hacia atrás relativamente constante, variando entre 1.203 en 2005 y 1.485 en 2019. Su encadenamiento hacia adelante tiene una trayectoria ascendente, pasando de 1.796 en 2005 a 2.014 en 2019, lo que resalta su importancia creciente en las cadenas productivas nacionales.

4.2.1.3 Manufacturas con Destino Final

El sector de procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos muestra una disminución progresiva en su encadenamiento hacia atrás, pasando de 2.090 en 2005 a 1.515 en 2019. Esto indica una menor dependencia de insumos externos a lo largo del tiempo. En términos de encadenamiento hacia adelante, la reducción es más pronunciada, cayendo de 0.651 en 2005 a 0.365 en 2019, lo que refleja una menor contribución como insumo para otras actividades finales.

Tabla 22

Índices de Interdependencia Directa, Manufacturas con Destino Final

Sector	Año							
	2005		2010		2015		2019	
	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP
11 Procesamiento y conservación de carne	2.090	0.651	1.799	0.535	1.506	0.368	1.515	0.365
13 Elaboración de productos lácteos	1.887	0.339	1.549	0.333	1.328	0.452	1.346	0.453
15 Elaboración de productos de café	2.014	0.376	1.794	0.371	1.739	0.187	1.766	0.218
16 Elaboración de azúcar y elaboración de panela	1.746	0.804	1.272	0.656	1.193	0.567	1.196	0.516
17 Elaboración de cacao	1.501	0.288	1.481	0.283	1.378	0.212	1.445	0.242
18 Procesamiento y conservación de frutas, legumbres	1.323	0.706	1.422	0.715	1.194	0.663	1.243	0.697
19 Elaboración de bebidas	1.187	0.683	1.072	0.639	1.007	0.585	0.980	0.582
21 Confección de prendas de vestir	1.305	0.455	1.312	0.369	1.077	0.205	1.072	0.152
22 Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado	1.244	0.478	1.355	0.524	1.179	0.486	1.235	0.619
34 Fabricación de muebles, colchones y somieres	1.284	0.655	1.232	0.535	1.040	0.229	1.132	0.237
42 Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios	-	-	-	-	1.615	0.471	1.596	0.614

Nota. elaboración propia, en Anexos se adjunta la clasificación agrupada por años

La elaboración de productos lácteos presenta un comportamiento similar. Su encadenamiento hacia atrás disminuye de 1.887 en 2005 a 1.346 en 2019, indicando una menor demanda de insumos externos. El encadenamiento hacia adelante permanece bajo y relativamente constante, con valores que oscilan entre 0.339 en 2005 y 0.453 en 2019, reflejando un rol limitado en las cadenas productivas de destino final.

En el caso de la elaboración de productos de café, su encadenamiento hacia atrás experimenta una disminución de 2.014 en 2005 a 1.766 en 2019, con fluctuaciones intermedias. Por otro lado, su encadenamiento hacia adelante es bajo y también decreciente, cayendo de 0.376 en 2005 a 0.218 en 2019, lo que evidencia una menor interacción como proveedor para otros sectores.

La elaboración de azúcar y panela registra una ligera disminución en su encadenamiento hacia atrás, de 1.746 en 2005 a 1.196 en 2019, lo que indica una reducción moderada en su dependencia de insumos. Su encadenamiento hacia adelante sigue la misma tendencia, bajando de 0.804 a 0.516 durante el mismo periodo.

El sector de procesamiento y conservación de frutas, legumbres y hortalizas presenta un comportamiento más estable. Su encadenamiento hacia atrás aumenta ligeramente, de 1.323 en 2005 a 1.243 en 2019, mostrando una ligera recuperación tras una caída en 2015. Su encadenamiento hacia adelante mantiene valores relativamente estables, entre 0.706 y 0.697, lo que indica una contribución sostenida en las cadenas finales.

En cuanto a la confección de prendas de vestir, se observa una disminución constante tanto en su encadenamiento hacia atrás como hacia adelante. El primero pasa de 1.305 en 2005 a 1.072 en 2019, mientras que el segundo cae drásticamente de 0.455 a 0.152, reflejando una disminución significativa en su interacción dentro de las cadenas de consumo final.

Por último, el sector de fabricación de muebles, colchones y somieres también experimenta una disminución en ambos indicadores. Su encadenamiento hacia atrás baja de 1.284 en 2005 a 1.132 en 2019, mientras que su encadenamiento hacia adelante se reduce de 0.655 a 0.237 en el mismo periodo, evidenciando una menor integración en las cadenas productivas destinadas al consumo final.

4.2.1.4 Producción Primaria con Destino Final

El sector de extracción de carbón de piedra y lignito presenta un comportamiento estable en su encadenamiento hacia atrás, aumentando ligeramente de 0.510 en 2005 a 0.594 en 2019, lo que refleja una leve dependencia de insumos externos. Su encadenamiento hacia adelante permanece bajo y relativamente constante, con valores entre 0.145 y 0.111, lo que evidencia una limitada relevancia como proveedor de insumos para el consumo final.

En el caso de la captación, tratamiento y distribución de agua, el encadenamiento hacia atrás muestra un incremento, pasando de 0.700 en 2005 a 0.836 en 2019, reflejando un aumento en su dependencia de insumos externos. Sin embargo, el encadenamiento hacia adelante disminuye de 0.714 en 2005 a 0.518 en 2019, lo que indica una menor contribución como proveedor dentro de las cadenas de destino final.

Tabla 23

Índices de Interdependencia Directa, Producción Primaria con Destino Final

Sectores	Año							
	2005		2010		2015		2019	
	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP
6 Extracción de carbón de piedra y lignito	0.510	0.145	0.484	0.108	0.569	0.107	0.594	0.111
38 Captación, tratamiento y distribución de agua	0.700	0.714	0.594	0.501	0.852	0.457	0.836	0.518
39 Evacuación y tratamiento de aguas residuales	0.722	0.567	0.704	0.462	0.541	0.269	0.499	0.237
46 Comercio al por mayor y en comisión o por contrata	0.787	0.828	0.729	0.655	0.805	0.581	0.752	0.653
58 Seguros, seguros sociales y fondos de pensiones	-	-	-	-	0.855	0.676	0.863	0.742
60 Actividades inmobiliarias	0.236	0.523	0.221	0.462	0.261	0.418	0.244	0.416
63 Administración pública y defensa; planes de seguridad	0.799	0.000	0.819	0.000	0.854	0.000	0.819	0.000
64 Educación	0.349	0.000	0.379	0.000	0.534	0.056	0.488	0.055
66 Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación	0.859	0.745	0.822	0.666	0.786	0.347	0.781	0.307

Nota. elaboración propia, en Anexos se adjunta la clasificación agrupada por años

El sector de evacuación y tratamiento de aguas residuales exhibe una tendencia descendente en ambos indicadores. Su encadenamiento hacia atrás disminuye de 0.722 en 2005 a 0.499 en 2019, mientras que el encadenamiento hacia adelante cae significativamente, de 0.567 en 2005 a 0.237 en 2019, sugiriendo una reducción en su interacción productiva dentro de esta categoría.

El comercio al por mayor y al por menor, incluyendo vehículos y combustibles, mantiene un comportamiento relativamente estable. Su encadenamiento hacia atrás fluctúa ligeramente entre 0.787 en 2005 y 0.752 en 2019. Por otro lado, el encadenamiento hacia adelante muestra una tendencia a la baja, pasando de 0.828 a 0.653 en el mismo periodo, lo que señala una menor interacción en la cadena productiva de destino final.

Las actividades inmobiliarias presentan bajos valores en ambos indicadores a lo largo del periodo. El encadenamiento hacia atrás varía entre 0.236 en 2005 y 0.244 en 2019, mientras que el encadenamiento hacia adelante oscila entre 0.523 y 0.416, reflejando un papel limitado en las cadenas de consumo final.

En cuanto a la administración pública y defensa, el encadenamiento hacia atrás mantiene valores altos y estables, entre 0.799 y 0.854, indicando una fuerte dependencia de insumos externos. Sin embargo, el encadenamiento hacia adelante se registra en 0 durante todo el periodo, lo que evidencia su escasa contribución como proveedor de insumos.

El sector de educación muestra un incremento en su encadenamiento hacia atrás, de 0.349 en 2005 a 0.534 en 2015, seguido de una leve reducción a 0.488 en 2019. Su encadenamiento hacia adelante permanece bajo, fluctuando entre 0.056 y 0.000, lo que evidencia una interacción limitada con otras actividades económicas dentro de las cadenas finales.

Finalmente, las actividades artísticas, de entretenimiento y recreación experimentan una disminución en ambos indicadores. El encadenamiento hacia atrás pasa de 0.859 en 2005 a 0.781 en 2019, mientras que el encadenamiento hacia adelante desciende de 0.745 a 0.307, indicando una reducción en su relevancia tanto como consumidor como proveedor dentro de esta clasificación.

4.2.4.5 Sectores que Presentan Cambios Orientación a Demanda Intermedia y Final

En el análisis de los sectores que presentan variaciones en su clasificación, se evidencia cómo la dinámica productiva y los encadenamientos productivos han evolucionado de manera significativa entre 2005 y 2019. El sector de agricultura y actividades de servicios conexas, que transita entre los grupos 4 y 1 a lo largo del periodo, refleja una relación directa entre sus encadenamientos y su rol económico. En 2005, con un encadenamiento hacia atrás de 0.504 y hacia adelante de 0.935, este sector muestra una limitada dependencia de insumos y una relevancia moderada como proveedor. Sin embargo, en 2010, al pertenecer al grupo 1, su encadenamiento hacia adelante incrementa a 1.017, señalando un papel más activo en la interacción productiva. A partir de 2015, su encadenamiento hacia adelante disminuye, pasando a 0.819 en 2019, lo que coincide con su regreso al grupo 4, donde se orienta hacia el consumo final con menor integración intersectorial.

Por otro lado, la ganadería mantiene un encadenamiento hacia atrás estable y elevado (de 0.720 en 2005 a 1.046 en 2019), reflejando su creciente dependencia de insumos externos. Este sector comienza en el grupo 1, pero pasa al grupo 2 en 2015 y 2019, evidenciando un

rol más integrado dentro de las cadenas manufactureras. Su encadenamiento hacia adelante disminuye de 1.778 en 2005 a 1.488 en 2019, lo que sugiere una menor importancia como proveedor de insumos a otros sectores, consolidándose como una actividad de consumo intermedio estratégico.

Tabla 24

Índices de Interdependencia Directa, Cambios en su Orientación a Demanda Intermedia y Final

Sectores	Año							
	2005		2010		2015		2019	
	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP	BLDP	FLDP
1 Agricultura y actividades de servicios conexas	0.504	0.935	0.548	1.017	0.543	0.918	0.539	0.819
3 Ganadería	0.720	1.778	0.719	1.533	1.046	1.492	1.046	1.488
5 Pesca y acuicultura	0.610	1.450	0.611	1.053	0.811	0.631	0.768	0.701
7 Extracción de petróleo crudo y gas natural	0.447	1.001	0.334	0.657	1.008	0.402	1.060	0.592
14 Elaboración de productos de molinería, almidones	1.349	1.097	1.480	0.952	1.443	0.929	1.455	0.910
25 Coquización, fabricación de productos de la refinación	0.968	1.066	0.939	1.282	1.522	1.792	1.506	1.479
29 Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1.164	2.037	1.099	2.021	0.962	1.834	0.985	1.791
33 Fabricación de vehículos automotores, remolques	0.980	0.425	1.676	1.724	1.406	1.110	1.406	1.330
35 Otras industrias manufactureras	0.997	0.587	1.085	0.534	0.842	0.965	0.836	0.952
36 Generación de energía eléctrica; transmisión de energía	1.027	1.546	0.951	1.359	1.229	1.221	1.163	1.218
37 Producción de gas; distribución de combustibles gaseosos	1.109	1.187	1.238	0.848	1.195	1.094	1.131	1.003
40 Recolección, tratamiento y disposición de desechos	0.000	1.773	0.000	1.633	0.879	0.666	0.826	0.630
41 Recuperación de materiales (reciclaje)	-	-	-	-	0.555	0.983	0.666	1.209
43 Construcción de edificaciones residenciales	1.057	0.229	0.930	0.137	1.108	0.000	1.120	0.000
44 Construcción de carreteras y vías de ferrocarril	1.099	0.299	0.996	0.197	1.232	0.008	1.248	0.007
48 Transporte terrestre y transporte por tuberías	0.885	1.229	0.975	0.931	0.919	1.164	0.922	1.185
49 Transporte acuático	1.106	1.381	1.395	1.242	1.278	1.565	1.178	0.986
50 Transporte aéreo	1.099	1.142	1.228	1.246	1.140	0.636	1.250	0.643
51 Almacenamiento y actividades complementarias	1.024	1.734	0.896	1.571	0.905	1.625	0.831	1.595
52 Actividades de correo y de servicios de mensajería	1.029	0.973	0.877	0.676	1.097	1.593	1.086	1.585
53 Alojamiento	1.273	0.361	1.030	0.319	0.967	0.753	0.991	0.647
54 Actividades de servicios de comidas y bebidas	1.273	0.361	1.030	0.319	0.950	0.045	0.921	0.048
56 Telecomunicaciones	1.029	0.973	0.877	0.676	0.989	0.758	0.926	0.794
65 Actividades de atención de la salud humana	1.271	0.670	1.205	0.611	0.997	0.526	0.978	0.519
67 Otras actividades de servicios	1.350	0.000	1.317	0.000	0.893	0.710	0.981	0.666

Nota. elaboración propia, en Anexos se adjunta la clasificación agrupada por años

El sector de pesca y acuicultura muestra un cambio significativo tanto en su clasificación como en sus encadenamientos. En 2005 y 2010 pertenece al grupo 1, con un encadenamiento hacia atrás moderado (0.610 en 2005 y 0.611 en 2010), pero un encadenamiento hacia adelante relativamente alto (1.450 en 2005). En 2015 y 2019, al pasar al grupo 4, su encadenamiento hacia adelante cae a 0.701, indicando una menor relevancia como proveedor, mientras que su encadenamiento hacia atrás se mantiene casi constante, en torno a 0.768 en 2019, reforzando su especialización en actividades de consumo final.

Tabla 25

Clasificación de los sectores que Presentaron Cambios en su Orientación a Demanda Intermedia y Final.

Sectores	Año			
	2005	2010	2015	2019
1 Agricultura y actividades de servicios conexas	4	1	4	4
3 Ganadería	1	1	2	2
5 Pesca y acuicultura	1	1	4	4
7 Extracción de petróleo crudo y gas natural	1	4	3	3
14 Elaboración de productos de molinería, almidones	2	3	3	3
25 Coquización, fabricación de productos de la refinación	1	1	2	2
29 Fabricación de otros productos minerales no metálicos	2	2	1	1
33 Fabricación de vehículos automotores, remolques	4	2	2	2
35 Otras industrias manufactureras	4	3	4	4
36 Generación de energía eléctrica; transmisión de energía	2	1	2	2
37 Producción de gas; distribución de combustibles gaseosos	2	3	2	2
40 Recolección, tratamiento y disposición de desechos	1	1	4	4
41 Recuperación de materiales (reciclaje)	-	-	4	1
43 Construcción de edificaciones residenciales	3	4	3	3
44 Construcción de carreteras y vías de ferrocarril	3	4	3	3
48 Transporte terrestre y transporte por tuberías	1	4	1	1
49 Transporte acuático	2	2	2	3
50 Transporte aéreo	2	2	3	3
51 Almacenamiento y actividades complementarias	2	1	1	1
52 Actividades de correo y de servicios de mensajería	3	4	2	2
53 Alojamiento	3	3	4	4
54 Actividades de servicios de comidas y bebidas	3	3	4	4
56 Telecomunicaciones	3	4	4	4
65 Actividades de atención de la salud humana	3	3	4	4
67 Otras actividades de servicios	3	3	4	4

Nota. elaboración propia, en Anexos se adjunta la clasificación agrupada por años, el número 1 corresponde a la Producción Primaria con Destino Intermedio, el 2 a las Manufacturas con Destino Intermedio, el 3 a las Manufacturas con Destino Final y finalmente el 4 a Producción primaria con destino Final.

La extracción de petróleo crudo y gas natural es un ejemplo destacado de transición en su rol económico. En 2005 y 2010, pertenece al grupo 1 con un encadenamiento hacia atrás bajo (0.447 en 2005) y un encadenamiento hacia adelante moderado (1.001 en 2005). Sin embargo, al pasar al grupo 3 en 2015 y 2019, su encadenamiento hacia atrás aumenta considerablemente, alcanzando 1.060 en 2019, mientras que su encadenamiento hacia adelante disminuye a 0.592. Este cambio refleja un mayor consumo de insumos externos y

una menor relevancia como proveedor, probablemente vinculado a la concentración de actividades extractivas para exportación.

En el caso de la generación de energía eléctrica, su encadenamiento hacia atrás permanece elevado y constante (de 1.027 en 2005 a 1.163 en 2019), mientras que su encadenamiento hacia adelante disminuye de 1.546 en 2005 a 1.218 en 2019. Este sector transita entre los grupos 2 y 1, alternando entre ser un proveedor clave y una actividad con menor interacción productiva, lo que refuerza su importancia estratégica en el suministro de energía para otros sectores.

El sector de transporte aéreo, con un encadenamiento hacia atrás que aumenta de 1.099 en 2005 a 1.250 en 2019, muestra una creciente dependencia de insumos externos. Su encadenamiento hacia adelante, sin embargo, disminuye de 1.142 a 0.643, lo que coincide con su transición del grupo 2 al grupo 3, destacando su especialización en actividades relacionadas con el consumo final, posiblemente impulsadas por el aumento del turismo y el transporte de pasajeros.

Finalmente, las actividades de atención de la salud humana y servicios sociales muestran una evolución interesante. En 2005, con un encadenamiento hacia atrás elevado (1.271) y hacia adelante bajo (0.670), el sector se clasifica en el grupo 3, destacando su dependencia de insumos y su limitada provisión a otros sectores. En 2015 y 2019, al pasar al grupo 4, el encadenamiento hacia adelante disminuye aún más (0.519 en 2019), consolidándose como un sector orientado al destino final, enfocado en satisfacer directamente las necesidades de la población.

4.3 COMPLEJOS INDUSTRIALES PARA COLOMBIA.

Se realizó el cálculo de los complejos industriales siguiendo el procedimiento indicado en el capítulo dos, donde las matrices que capturan las interrelaciones tanto directas como indirectas son esenciales para la elaboración de estos. El periodo 2005-2019 fue testigo de transformaciones significativas en la economía colombiana, donde las actividades económicas se reorganizaron, formaron nuevas conexiones y reforzaron su impacto en los complejos industriales.

Una de las actividades más dinámicas fue el comercio, que en 2005 pertenecía al tercer complejo, con un peso del 7.79% frente a la producción total. Para 2010, el comercio se integró al primer complejo, donde se vinculó con servicios logísticos como el transporte terrestre y los servicios empresariales, consolidando un sistema comercial-logístico más amplio. En 2019, el comercio alcanzó un peso del 8.13%, destacándose como una de las actividades con mayor capacidad de generar interconexiones dentro de la economía. Este movimiento reforzó la centralidad del comercio en las cadenas productivas nacionales.

Por otro lado, los productos de caucho y plástico tuvieron un papel clave en la reconfiguración de los complejos. En 2005, esta actividad formaba parte del tercer complejo con un peso del 1.10%, pero migró al primer complejo en 2015, vinculándose con actividades energéticas y comerciales como la refinación de petróleo. Esta migración fortaleció las conexiones entre la manufactura ligera y los sectores más dinámicos de la economía, reduciendo al mismo tiempo la importancia del tercer complejo, que perdió actividades clave.

Una transición igualmente destacable ocurrió con los productos metálicos básicos, que en 2005 estaban asociados a complejos secundarios. Para 2015, estas actividades se integraron en un entorno más técnico e industrial, fortaleciendo su presencia en manufacturas avanzadas y cadenas de suministro estratégicas. Este patrón se mantuvo hasta 2019, consolidándose como un pilar de la industria nacional.

La refinación de petróleo, inicialmente dispersa, comenzó a consolidarse dentro del primer complejo desde 2015, con un peso significativo del 3.05%, y para 2019 alcanzó el 3.78%. Este crecimiento reflejó la integración de las cadenas energéticas con actividades logísticas y comerciales, haciendo del primer complejo un eje central de la economía.

Tabla 26

Complejos Industriales Identificados Para el Periodo de Estudio.

Complejos industriales y su peso porcentual frente a la producción anual												
N complejo	2005			2010			2015			2019		
	%I sector	% Total		%I sector	% Total		%I sector	% Total		%I sector	% Total	
1	Servicios de reparación de automotores, 1.39	14.03	Productos de papel, cartón y sus productos	0.78	15.74	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petró	3.05	17.95	Coquización, fabricación de productos de la refin	3.78	24.98	
	Servicios de transporte terrestre 3.97		Sustancias y productos químicos	2.79		Fabricación de sustancias y productos químicos;	2.01		Fabricación de sustancias y productos químicos;	1.87		
	Servicios de correos y telecomunicacion 2.61		Productos de caucho y de plástico	0.89		Fabricación de productos de caucho y de plástico	0.82		Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.; instala	0.32		
	Servicios a las empresas excepto servici 6.05		Comercio	7.27		Comercio al por mayor y en comisión o por contrata; comercio :	7.23		Generación de energía eléctrica; transmisión de e	2.80		
			Servicios de transporte terrestre	4.01		Transporte terrestre y transporte por tuberías	3.82		Comercio al por mayor y en comisión o por cont	8.13		
						Almacenamiento y actividades complementarias al transporte	1.01		Mantenimiento y reparación de vehículos automc	1.04		
									Transporte terrestre y transporte por tuberías	3.74		
									Actividades profesionales, científicas y técnicas	3.30		
2	Servicios de intermediación financiera, d 3.75	9.74	Servicios de intermediación financiera, de segur	4.24	16.26	Actividades de servicios financieros de intermediación; servicio:	2.13	15.36	Actividades de correo y de servicios de mensajer	0.15	11.50	
	Servicios inmobiliarios y de alquiler de v 6.00		Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda	5.74		Actividades auxiliares complementarias de las actividades de ser	0.81		Actividades de servicios financieros de intermed	2.36		
			Servicios a las empresas excepto servicios finan	6.28		Actividades inmobiliarias	5.87		Actividades inmobiliarias	5.98		
						Actividades profesionales, científicas y técnicas	3.57		Actividades de servicios administrativos y de apo	3.01		
						Actividades de servicios administrativos y de apoyo	2.98					
3	Productos de papel, cartón y sus product 0.95	9.84	Otra maquinaria y suministro eléctrico	0.49	3.19	Fabricación de productos metalúrgicos básicos; fabricación de p	1.38	4.86	Ganadería	1.61	4.07	
	Productos de caucho y de plástico 1.10		Energía eléctrica	2.70		Fabricación de aparatos y equipo eléctrico; fabricación de produ	0.38		Elaboración de productos lácteos	0.64		
	Comercio 7.79					Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.; instalación, mantenim	0.46		Elaboración de productos de molinería, almidone	1.82		
						Generación de energía eléctrica; transmisión de energía eléctrica;	2.64					
			Minerales metálicos	0.59	3.86	Transformación de la madera y fabricación de productos de mader	0.24	1.39				
4	Otra maquinaria y suministro eléctrico 0.57	3.28	Productos metalúrgicos básicos (excepto maqui	1.82		Fabricación de papel, cartón y productos de papel y de cartón; ac	1.14		Fabricación de productos metalúrgicos básicos; l	1.22	2.11	
	Energía eléctrica 2.71		Servicios de reparación de automotores, de artí	1.44					Fabricación de aparatos y equipo eléctrico; fabric	0.37		
									Fabricación de vehículos automotores, remolque	0.51		
5			Productos de molinería, almidones y sus product	1.86	2.28	Extracción de petróleo crudo y gas natural	3.37	3.87	Fabricación de papel, cartón y productos de papel	1.09	1.86	
	Carnes y pescados 1.85	4.19	Otros bienes manufacturados ncp	0.42		Producción de gas; distribución de combustibles gaseosos por tu	0.50		Fabricación de productos de caucho y de plástico	0.77		
	Productos de molinería, almidones y sus 1.87											
	Otros bienes manufacturados ncp 0.47											
6			Servicios de alojamiento, suministro de comidas	4.22	4.83	Ganadería	1.64	4.10				
			Servicios de transporte por vía aérea	0.61		Elaboración de productos lácteos	0.70					
	Servicios de alojamiento, suministro de c 3.88	4.43				Elaboración de productos de molinería, almidones y productos d	1.76		Actividades de apoyo para actividades de explotac	0.84	1.41	
	Servicios de transporte por vía aérea 0.55								Producción de gas; distribución de combustibles	0.57		
7			Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranic	4.17	6.71	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolc	0.63	1.64				
			Productos de la refinación del petróleo; combusti	2.54		Mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motoci	1.01					
	Minerales metálicos 0.56	2.44							Actividades auxiliares complementarias de las ac	0.82	2.11	
	Productos metalúrgicos básicos (excepto 1.88		Otros productos agrícolas	2.46	3.00	Actividades de edición (libros, periódicos, otros); actividades ci	0.31	2.42	Otras actividades de servicios	1.29		
			Aceites y grasas animales y vegetales	0.54		Telecomunicaciones	2.11					
8	Edición, impresión y artículos análogos 0.71	3.81							Extracción de otras minas y canteras	0.33	1.61	
	Sustancias y productos químicos 3.10								Fabricación de otros productos minerales no met	1.28		
9			Productos de silvicultura, extracción de madera y	0.14	0.40							
			Productos de madera, corcho, paja y materiales t	0.26								
	Petróleo crudo, gas natural y minerales d 2.80	4.87										
	Productos de la refinación del petróleo; c 2.08											
10	Productos de silvicultura, extracción de r 0.17	0.47	Equipo de transporte	0.64	1.39							
	Productos de madera, corcho, paja y mat 0.30		Servicios complementarios y auxiliares al transp	0.75								

En el sector agroindustrial, la ganadería, que inicialmente no tenía una relevancia destacada en los complejos principales, emergió dentro del sexto complejo en 2015, con un peso del 1.64%, y mantuvo su importancia en 2019 con 1.61%. Esta actividad mostró cómo la producción primaria comenzó a conectarse con cadenas industriales avanzadas, como la fabricación de alimentos y productos agroindustriales, contribuyendo a la diversificación de los complejos rurales.

En contraste, los productos de papel y cartón, que en 2005 formaban parte del tercer complejo con un peso del 0.95%, comenzaron a perder relevancia en años posteriores, al no encontrar nuevas integraciones significativas. Esto reflejó una transición de sectores tradicionales hacia otros de mayor valor agregado, como los productos metálicos básicos y las manufacturas técnicas.

La energía eléctrica, una actividad clave en 2005 dentro del cuarto complejo, con un peso del 2.71%, mostró un patrón de diversificación. Para 2010, comenzó a vincularse con manufacturas avanzadas y transporte, fortaleciendo cadenas de valor estratégicas. En 2019, su rol continuó siendo central en sectores industriales y energéticos, pero también se vinculó con actividades como la generación de maquinaria y vehículos automotores.

Finalmente, las actividades financieras y los servicios inmobiliarios se mantuvieron relativamente estables, vinculados al segundo complejo durante todo el periodo. No obstante, a partir de 2010, comenzaron a diversificarse con la inclusión de servicios administrativos y científicos, lo que fortaleció su relevancia como soporte para otros sectores económicos clave

CONCLUSIONES

El presente estudio exploró la estructura productiva y la interdependencia sectorial de la economía colombiana mediante la aplicación de un modelo de equilibrio general basado en la matriz Insumo-Producto para los años 2005, 2010, 2015 y 2019. A través de una revisión exhaustiva de los sectores económicos y sus conexiones intersectoriales, se identificaron tanto las dinámicas internas que definen el comportamiento productivo del país como los factores externos que influyen en su desarrollo. Estructurado en dos partes principales, el estudio ofreció una contextualización detallada y una aplicación empírica del modelo, proporcionando una visión integral de los encadenamientos productivos y del impacto estratégico de los sectores clave en la economía nacional.

El análisis inició con las medidas de localización y especialización, evidenciando contrastes marcados en la estructura económica de las regiones del país, influenciados por sus características geográficas, recursos naturales y niveles de desarrollo. En la Amazonía y la Orinoquía predomina la especialización en actividades primarias como la agricultura, ganadería y minería. Este enfoque es evidente en sectores como la extracción de hidrocarburos y la explotación forestal, donde los cocientes de localización superan valores de 7. Sin embargo, esta dependencia de recursos naturales las hace vulnerables a la volatilidad de los precios internacionales y a restricciones ambientales. En la Orinoquía, por ejemplo, la minería representó más del 50 % del PIB regional en 2019, consolidando su importancia estratégica, pero también su exposición a riesgos externos.

En contraste, la región Andina y Bogotá se destacan por su diversificación económica, que les proporciona mayor resiliencia ante perturbaciones externas. La región Andina combina sectores clave como la agricultura, la manufactura y el comercio, aportando cerca del 39 % del PIB nacional en 2019. Esta región concentra más del 50 % de la producción manufacturera y el 58 % de las actividades agropecuarias del país, posicionándose como el núcleo económico de Colombia. Por su parte, Bogotá, aunque parte de la región Andina, sobresale por su especialización en servicios financieros, inmobiliarios y comerciales, que representan aproximadamente el 25 % del PIB nacional. Sus índices de localización en sectores como los servicios financieros, que alcanzan valores de 1.9, reflejan su rol como motor económico y principal centro de servicios del país.

La región Caribe, aunque con una diversificación moderada, mantiene una dependencia significativa de sectores como el turismo, la construcción y la minería. En departamentos como La Guajira, la extracción de carbón sigue siendo una actividad central. Este enfoque en actividades extractivas contribuye al crecimiento económico, pero limita las posibilidades de diversificación y la creación de empleos de calidad. Por otro lado, la región Pacífica combina actividades agropecuarias, pesqueras y mineras con servicios básicos, aunque su bajo coeficiente de especialización evidencia un menor dinamismo en sectores estratégicos de alto valor agregado.

El cálculo de las interdependencias sectoriales reveló una economía colombiana en constante transformación, donde sectores estratégicos consolidaron su relevancia y otros redefinieron su rol dentro de las cadenas productivas. La estabilidad de sectores como el cultivo permanente de café, la extracción de otras minas y canteras, y la fabricación de productos de caucho y plástico evidenció una base sólida para el crecimiento.

El cultivo permanente de café, con un encadenamiento hacia atrás que aumentó de 0.238 en 2005 a 0.634 en 2019, refleja una mayor dependencia de insumos internos que, si bien resalta su integración local, también muestra desafíos para extender su impacto en las cadenas productivas. Por otro lado, su encadenamiento hacia adelante disminuyó de 2.203 en 2005 a 1.503 en 2019, lo que evidencia una menor participación como proveedor estratégico, a pesar de su importancia cultural y económica.

La extracción de otras minas y canteras se consolidó como un proveedor clave, con índices hacia adelante que, aunque descendieron de 2.021 en 2005 a 1.696 en 2019, mantienen su relevancia en la manufactura y la construcción. Este sector subraya la necesidad de fortalecer los encadenamientos con actividades de mayor valor agregado para garantizar su sostenibilidad.

La fabricación de productos de caucho y plástico, que fortaleció su impacto tanto hacia atrás como hacia adelante, con índices que llegaron a 1.485 y 2.014 en 2019, respectivamente, destaca como un nexo entre actividades extractivas y manufacturas avanzadas. Este crecimiento refleja su papel en la modernización de cadenas productivas nacionales.

En cuanto a sectores que redefinieron su rol, la ganadería incrementó su encadenamiento hacia atrás de 0.720 en 2005 a 1.046 en 2019, consolidándose como un sector clave en las cadenas alimentarias. Por otro lado, sectores extractivos como el petróleo crudo y gas natural disminuyeron su impacto hacia adelante, pasando de 1.001 en 2005 a 0.592 en 2019, reflejando los efectos de la diversificación energética y una menor dependencia de estos insumos por parte de la industria.

Sectores emergentes como la fabricación de maquinaria y equipo lograron destacarse, con un índice hacia adelante que alcanzó 2.736 en 2019, posicionándose como un motor de modernización industrial. A su vez, sectores como la generación de energía eléctrica, con índices hacia adelante que oscilaron entre 1.546 en 2005 y 1.218 en 2019, subrayaron su importancia estratégica para sostener actividades industriales y de servicios.

Los servicios financieros y administrativos, aunque menos dinámicos en términos de índices de interdependencia, mantuvieron su relevancia como habilitadores transversales para la economía, destacándose como pilares para la sostenibilidad de otros sectores estratégicos. Sus índices hacia atrás, que variaron entre 0.770 y 0.849, evidencian su función de soporte esencial, mientras que su impacto hacia adelante, con valores entre 1.492 y 1.267, señala una disminución relativa en su influencia directa.

En cuanto a los complejos industriales, el análisis reveló que la economía colombiana experimentó una mayor integración sectorial, promovida por la migración y reorganización de actividades dentro de los complejos. Este proceso fortaleció la capacidad productiva al conectar cadenas de diferentes niveles, desde actividades primarias hasta manufacturas avanzadas y servicios especializados. Sectores como la refinación de petróleo y el comercio se consolidaron como ejes articuladores, integrándose con actividades logísticas y manufactureras para formar complejos más resilientes.

La economía colombiana se encuentra en una encrucijada estructural que refleja tanto avances significativos en su integración productiva como profundas disparidades que limitan su capacidad de responder a los retos globales. Si bien el análisis de las interdependencias sectoriales y los complejos industriales evidencia una progresiva articulación entre sectores clave, también pone de manifiesto la fragilidad inherente a un modelo económico altamente dependiente de actividades extractivas y de bajo valor agregado en ciertas regiones.

El predominio de actividades primarias en regiones como la Amazonía y la Orinoquía sigue siendo un lastre para una diversificación efectiva. Aunque estos sectores son esenciales para la sostenibilidad económica local, su alta exposición a la volatilidad de los precios internacionales y a restricciones ambientales limita las posibilidades de desarrollo sostenible. Por otro lado, la concentración de actividades financieras y comerciales en Bogotá y la región Andina muestra un núcleo económico sólido, pero evidencia una economía desequilibrada, donde pocas regiones concentran la mayor parte del dinamismo y la generación de riqueza.

La evolución de sectores como la fabricación de maquinaria y equipo o los productos de caucho y plástico resalta oportunidades claras para impulsar la modernización productiva. Sin embargo, el rezago en la integración de sectores con potencial, como la generación de energía renovable o las manufacturas avanzadas, plantea preguntas sobre la capacidad del país para adaptarse a las transformaciones globales. La ausencia de estrategias robustas para integrar estas actividades emergentes con los sectores tradicionales limita el impacto de la economía en la generación de empleos de calidad y en el desarrollo inclusivo.

En este contexto, las políticas públicas juegan un papel crucial para equilibrar estas disparidades. Es imperativo superar la fragmentación productiva mediante un enfoque que fomente la inversión en tecnología, infraestructura y capital humano, especialmente en regiones con menor diversificación económica. De lo contrario, Colombia corre el riesgo de perpetuar una dependencia en actividades de baja productividad, exacerbando desigualdades territoriales y comprometiendo su competitividad a nivel global.

En síntesis, la economía colombiana ha avanzado hacia una mayor interconexión y articulación sectorial, pero todavía enfrenta barreras estructurales que limitan su capacidad de evolucionar hacia un modelo de desarrollo sostenible, equilibrado y competitivo. Sin una visión estratégica que fomente la cohesión regional y el fortalecimiento de sectores emergentes, el país seguirá navegando en un entorno de vulnerabilidad y rezago frente a las economías más dinámicas del mundo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrow, K. J. (1951). An Extension of the Basic Theorems of Classical Welfare Economics. En J. Neyman (Ed.), *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (pp. 507–532). University of California Press. <https://doi.org/10.1525/9780520411586-038>
- Arrow, K. J. (1974). General Economic Equilibrium: Purpose, Analytic Techniques, Collective Choice. *The American Economic Review*, 64(3), 253–272.
- Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 22(3), 265–290. <https://doi.org/10.2307/1907353>
- Boisier, S. (1980). Técnicas de análisis regional con información limitada. <https://hdl.handle.net/11362/9361>
- Bonet-Moron, J. A. (2006). Cambio estructural regional en Colombia: Una aproximación con matrices insumo-producto. *Coyuntura Económica*, XXXVI (1). <https://investiga.banrep.gov.co/es/content/cambio-estructural-regional-en-colombia-una-aproximacion-con-matrices-insumo-producto>
- Boudeville, J. R. (1959). La región económica. *Económica*, 5(17–20). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/8899>
- de Mesnard, L. (2023). Input-output price indexes: Forgoing the Leontief and Ghosh models. *Economic Systems Research*, 0(0), 1–25. <https://doi.org/10.1080/09535314.2022.2164179>
- Debreu, G. (1959). *THEORY OF VALUE An Axiomatic Analysis Of Economic Equilibrium*.
- Gaytán, E. D., & Riaño, J. del P. (2015). Matriz de insumo producto de la economía de Colombia: Detección de efectos multiplicadores y determinación de flujos intersectoriales más relevantes. *Brazilian Geographical Journal*, 6(2).

- Haddad, P. R. (1989). *Economía regional: Teorías e métodos de análise*. Banco do Nordeste do Brasil S.A., Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste.
- Hahn-De-Castro, L. W. (2016). Encadenamientos regionales en Colombia 2004–2012.
- Hernández, G. (2012). Matrices insumo-producto y análisis de multiplicadores: Una aplicación para Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 14(26), 203–221.
- Hicks, J. (1976). *Valor y capital: Investigación sobre algunos principios fundamentales de teoría económica*. Fondo de Cultura Económica.
- Itoh, R., & Yonemoto, K. (2023). An interregional input–output analysis with the Eaton–Kortum model. *Economic Systems Research*, 35(1), 49–74.
<https://doi.org/10.1080/09535314.2022.2068407>
- Keller Cortina, G. A. (1998). Análisis de los efectos de un acuerdo de libre comercio mediante un modelo de producción y precios.
- Kozikowski Zarska, Z. (1988). *Técnicas de planificación macroeconómica*. Trillas.
- Leontief, W., & Alcaide Inchausti, Á. (1993). *Análisis económico input-output*. Planeta-De Agostini.
- Lifschitz, E., & Zottele Allende, A. (1985). *Eslabonamientos productivos y mercados oligopólicos*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Economía.
<http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/1745>
- Lira Cossio, L., & Quiroga, B. (2009). *Técnicas de análisis regional*. CEPAL.
<https://hdl.handle.net/11362/5500>
- Mariña Flores, A. (1993). *Insumo producto: Aplicaciones básicas al análisis económico estructural*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Economía.
<http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/1784>

- Mesnard, L. de. (2024). Input-output price indexes: Forgoing the Leontief and Ghosh models. *Economic Systems Research*.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09535314.2022.2164179>
- Monsalve, S. (2017). *Competencia bajo equilibrio general. Volumen 2*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Economía.
- Murillo-Villanueva, B., & Suárez, Y. C. (2023). Industria automotriz en la región del TLCAN: Un análisis del valor agregado en las exportaciones bilaterales. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 32(63), Article 63.
<https://doi.org/10.20983/noesis.2023.1.3>
- Neumann, J. V. (1945). A Model of General Economic Equilibrium. *The Review of Economic Studies*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.2307/2296111>
- Núñez Rodríguez, G. (2016). Efectos económicos de políticas sociales y energéticas en México: Dos estudios de caso con una matriz de contabilidad social y un modelo de equilibrio general aplicado (Primera edición.). El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos, Programa de Análisis Económico de México.
- Pareto, V. (1945). *Manual de economía política* (Cabanellas, Trad.). Editorial Atalaya.
<http://repositoriodigital.bcentral.cl/xmlui/handle/20.500.12580/4741>
- Puérolas, J., & Llorente, L. (2015). *Microeconomía interactiva II: Teoría del consumidor y equilibrio general*. Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. <https://elibro-net.bbibliograficas.ucc.edu.co/es/lc/ucc/titulos/49053>
- Sánchez Pérez, J.-E. (1991). *Espacio, economía y sociedad* (1. ed). Siglo Veintiuno Ed.
- Sanguinet, E. R., Azzoni, C. R., Atienza, M., & Alvim, A. M. (2022). Skill-based functional specialization in trade: An input–output analysis of multiscalar value chains in Brazil. *Spatial Economic Analysis*, 17(4), 471–498.
<https://doi.org/10.1080/17421772.2022.2081714>
- Schumpeter, J. A. (1984). *Historia del análisis económico* (L. Mantilla, Trad.; Primera reimpresión corregida 1984, de la Primera edición en español de 1971, traducida de la sexta en inglés 1966). Fondo De Cultura Económica.

- Séruzier, M., & Séruzier, M. (2008). *Medir la economía de los países según el sistema de cuentas nacionales* (2ª ed. en castellano). CEPAL.
- Tello, M. D. (2017). *Análisis de equilibrio general: Modelos y aplicaciones para países en desarrollo*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170253>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Minero con visión al 2025*.
https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNDM_Dic2017.pdf
- Urrutia, M. (2008). Los eslabonamientos y la historia económica de Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 62, Article 62. <https://doi.org/10.13043/dys.62.3>
- Vachanelidou, O., Karelakis, C., Loizou, E., & Zafeiriou, E. (2024). Relationships and Interdependencies of the Agri-Food Sector in a Regional Economy: Employing an Input-Output Model. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 36(1), 23–46. <https://doi.org/10.1080/08974438.2023.2281327>
- Vachanelidou, O., Karelakis, C., Loizou, E., & Zafeiriou, E. (2024). Relationships and Interdependencies of the Agri-Food Sector in a Regional Economy: Employing an Input-Output Model. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 36(1), 23–46. <https://doi.org/10.1080/08974438.2023.2281327>
- Vargas Ulate, G. (2012). *Espacio y territorio en el análisis geográfico. Space and Territory in the Geographic Analysis*.
- Varian, H. R. (2010). *Microeconomía intermedia: Un enfoque actual*. Antoni Bosch editor.
<https://elibro-net.bibliograficas.ucc.edu.co/es/lc/ucc/titulos/60076>
- Vega-Armenta, A. J. V. (2008). Eslabonamientos productivos y cambio estructural en Colombia, 1990–2004. *Revista CIFE*.
<https://ideas.repec.org/a/col/000195/005552.html>

Velázquez, B. R. R., & Levi, L. L. (2017). Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: La diversidad en el pensamiento contemporáneo. En Instituto de Geografía. Instituto de Geografía. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/19>

Walras, L. (1987). Elementos de economía política pura (o Teoría de la riqueza social) (J. Segura, Trad.). Alianza.

Walras, L. (2004). Studies in Applied Economics. Taylor & Francis Group.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/ucooperativa-ebooks/detail.action?docID=331033>

ANEXOS

Tabla 27

clasificación de las actividades económicas en Colombia

CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN COLOMBIA	
SECTORES DEL 2005 Y 2010	SECTORES DEL 2015 Y 2019
1 Productos de café	1 Agricultura y actividades de servicios conexas (excepto cultivo permanente de café)
2 Otros productos agrícolas	2 Cultivo permanente de café
3 Animales vivos, productos animales y productos de la caza	3 Ganadería
4 Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	4 Silvicultura y extracción de madera
5 Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	5 Pesca y acuicultura
6 Carbón mineral	6 Extracción de carbón de piedra y lignito
7 Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio	7 Extracción de petróleo crudo y gas natural
8 Minerales metálicos	8 Extracción de minerales metálicos
9 Minerales no metálicos	9 Extracción de otras minas y canteras
10 Carnes y pescados	10 Actividades de apoyo para actividades de explotación de minas y canteras Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de bovinos, bufalinos, porcinos y otras carnes n.c.p.; procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de aves de corral y procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos
11 Aceites y grasas animales y vegetales	11
12 Productos lácteos	12 Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
13 Productos de molinería, almidones y sus productos	13 Elaboración de productos lácteos Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón; elaboración de productos de panadería; elaboración de macarrones, fideos, alucuzcuz, y productos farináceos similares y elaboración de alimentos preparados para animales
14 Productos de café y trilla	14
15 Azúcar y panela	15 Elaboración de productos de café
16 Cacao, chocolate y productos de confitería	16 Elaboración de azúcar y elaboración de panela
17 Otros bienes manufacturados ncp	17 Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos; elaboración de otros productos alimenticios (platos preparados y conservados mediante enlatado o congelado, elaboración de sopas y caldos en estado sólidos, polvo o instantáneas entre otros)
18 Bebidas	18
19 Productos de tabaco	19 Elaboración de bebidas (incluido el hielo) y elaboración de productos de tabaco
20 Fibras textiles naturales, hilazas e hilos; tejidos de fibras textiles, incluso afelpados	20 Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles; fabricación de otros productos textiles
21 Artículos textiles, excepto prendas de vestir	21 Confección de prendas de vestir Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles
22 Tejidos de punto y ganchillo; prendas de vestir	22
23 Curtido y preparado de cueros, productos de cuero y calzado	23 Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería Fabricación de papel, cartón y productos de papel y de cartón; actividades de impresión; producción de copias a partir de grabaciones originales (Copia a partir de un original en CD, DVD, Bluray)
24 Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	24
25 Productos de papel, cartón y sus productos	25 Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividades de mezcla de combustibles
26 Edición, impresión y artículos análogos	26 Fabricación de sustancias y productos químicos;
27 Productos de la refinación del petróleo; combustible nuclear	27 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
28 Sustancias y productos químicos	28 Fabricación de productos de caucho y de plástico
29 Productos de caucho y de plástico	29 Fabricación de otros productos minerales no metálicos
30 Productos minerales no metálicos	30 Fabricación de productos metalúrgicos básicos; fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo

Nota. Elaboración a partir de la información obtenida de DANE.

Tabla 28*clasificación de las actividades económicas en Colombia*

31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)	31	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico; fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
32	Maquinaria y equipo	32	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.; instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo
33	Otra maquinaria y suministro eléctrico	33	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques; fabricación de otros tipos de equipo de transporte
34	Equipo de transporte	34	Fabricación de muebles, colchones y somieres
35	Muebles	35	Otras industrias manufactureras
36	Otros bienes manufacturados ncp	36	Generación de energía eléctrica; transmisión de energía eléctrica y distribución y comercialización de energía eléctrica
37	Desperdicios y desechos	37	Producción de gas; distribución de combustibles gaseosos por tuberías; suministro de vapor y aire acondicionado
38	Energía eléctrica	38	Captación, tratamiento y distribución de agua
39	Gas domiciliario	39	Evacuación y tratamiento de aguas residuales
40	Agua	40	Recolección, tratamiento y disposición de desechos
41	Trabajos de construcción, construcción y reparación de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario	41	Recuperación de materiales (reciclaje)
42	Trabajos de construcción, construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario	42	Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos
43	Comercio	43	Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales
44	Servicios de reparación de automotores, de artículos personales y domésticos	44	Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil
45	Servicios de alojamiento, suministro de comidas y bebidas	45	Actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil (Alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores)
46	Servicios de transporte terrestre	46	Comercio al por mayor y en comisión o por contrata; comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles); comercio de vehículos automotores y motocicletas, sus partes, piezas y accesorios
47	Servicios de transporte por vía acuática	47	Mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas
48	Servicios de transporte por vía aérea	48	Transporte terrestre y transporte por tuberías
49	Servicios complementarios y auxiliares al transporte	49	Transporte acuático
50	Servicios de correos y telecomunicaciones	50	Transporte aéreo
51	Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos	51	Almacenamiento y actividades complementarias al transporte
52	Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda	52	Actividades de correo y de servicios de mensajería
53	Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios	53	Alojamiento
54	Administración pública y defensa; dirección, administración y control del sistema de seguridad social	54	Actividades de servicios de comidas y bebidas
55	Servicios de enseñanza de mercado	55	Actividades de edición (libros, periódicos, otros); actividades cinematográficas, de video y producción de programas de televisión, grabación de sonido y edición de música; Actividades de programación, transmisión y/o difusión; desarrollo de sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación, pruebas), consultoría informática y actividades relacionadas; edición de software; actividades de servicios de información.
56	Servicios de enseñanza de no mercado	56	Telecomunicaciones
57	Servicios sociales y de salud de mercado	57	Actividades de servicios financieros de intermediación; servicios financieros de inversión, custodia y otros servicios conexos
58	Servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento	58	Seguros, seguros sociales y fondos de pensiones, excepto la seguridad social
59	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y ot	59	Actividades auxiliares complementarias de las actividades de servicios financieros y de seguros
60	Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y ot	60	Actividades inmobiliarias
61	Servicios domésticos	61	Actividades profesionales, científicas y técnicas
		62	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
		63	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
		64	Educación
		65	Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales
		66	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación
		67	Otras actividades de servicios
		68	Servicios domésticos

Nota. Elaboración a partir de la información obtenida de DANE.

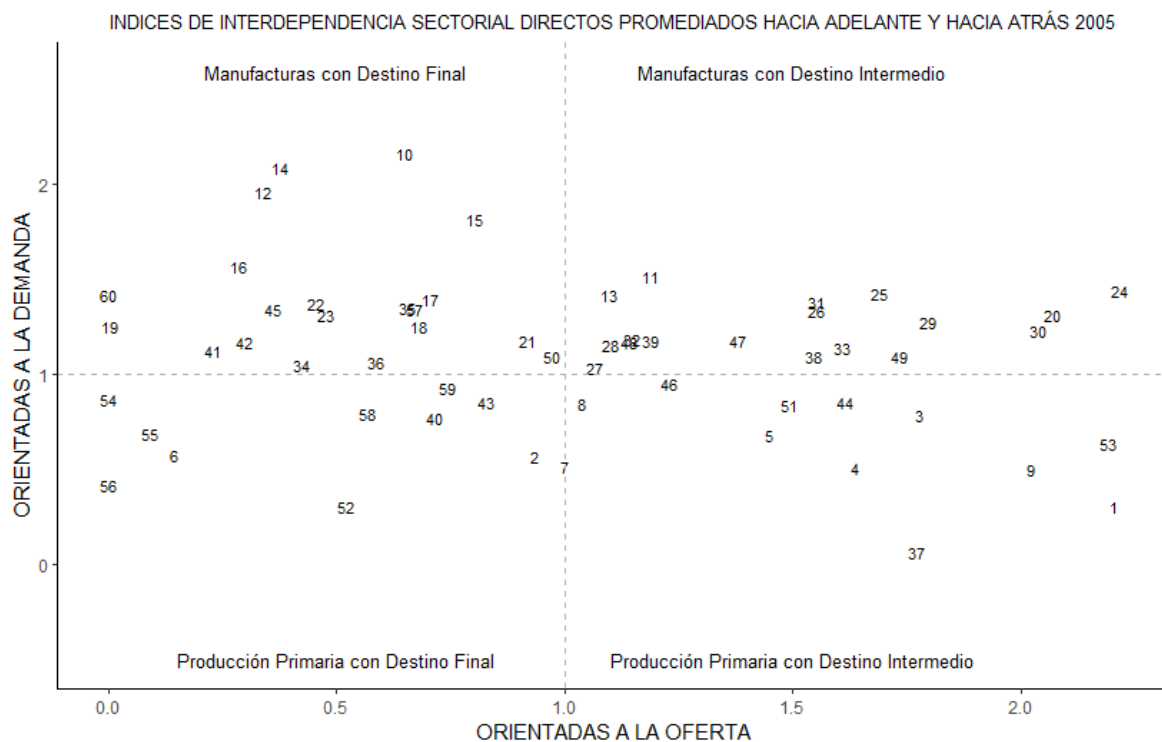
Tabla 29*índices de interdependencia sectorial directa 2005 para Colombia*

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA 2005					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia ALTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Índices de interdependencia			Índices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
10 Carnes y pescados	2.0896	0.6506	11 Aceites y grasas animales y vegetales	1.4480	1.1895
12 Productos lácteos	1.8870	0.3391	13 Productos de molinería, almidones y sus p	1.3492	1.0975
14 Productos de café y trilla	2.0141	0.3764	20 Fibras textiles naturales, hilazas e hilos; te	1.2410	2.0700
15 Azúcar y panela	1.7462	0.8044	24 Productos de madera, corcho, paja y mat	1.3745	2.2162
16 Cacao, chocolate y productos de confit	1.5014	0.2879	25 Productos de papel, cartón y sus product	1.3589	1.6911
17 Otros bienes manufacturados ncp	1.3232	0.7063	26 Edición, impresión y artículos análogos	1.2635	1.5537
18 Bebidas	1.1867	0.6825	28 Sustancias y productos químicos	1.0844	1.1020
19 Productos de tabaco	1.1794	0.0045	29 Productos de caucho y de plástico	1.2030	1.7958
21 Artículos textiles, excepto prendas de v	1.1089	0.9180	30 Productos minerales no metálicos	1.1637	2.0375
22 Tejidos de punto y ganchillo; prendas c	1.3048	0.4549	31 Productos metalúrgicos básicos (excepto i	1.3100	1.5531
23 Curtido y preparado de cueros, produc	1.2435	0.4782	32 Maquinaria y equipo	1.1185	1.1470
35 Muebles	1.2843	0.6549	33 Otra maquinaria y suministro eléctrico	1.0681	1.6097
41 Trabajos de construcción, construcció	1.0570	0.2292	38 Energía eléctrica	1.0269	1.5461
42 Trabajos de construcción, construcció	1.0995	0.2992	39 Gas domiciliario	1.1087	1.1875
45 Servicios de alojamiento, suministro de	1.2728	0.3605	47 Servicios de transporte por vía acuática	1.1064	1.3808
50 Servicios de correos y telecomunicacio	1.0288	0.9728	48 Servicios de transporte por vía aérea	1.0985	1.1423
57 Servicios sociales y de salud de merca	1.2707	0.6704	49 Servicios complementarios y auxiliares al	1.0245	1.7343
60 Servicios de asociaciones y esparcimie	1.3504	0.0000			
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia ALTA)		
4. PRODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Índices de interdependencia			Índices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
2 Otros productos agrícolas	0.5038	0.9348	1 Productos de café	0.2376	2.2026
6 Carbón mineral	0.5095	0.1454	3 Animales vivos, productos animales y pro	0.7199	1.7783
34 Equipo de transporte	0.9803	0.4254	4 Productos de silvicultura, extracción de r	0.4390	1.6367
36 Otros bienes manufacturados ncp	0.9966	0.5870	5 Productos de la pesca, la acuicultura y sei	0.6105	1.4502
40 Agua	0.6997	0.7143	7 Petróleo crudo, gas natural y minerales de	0.4470	1.0007
43 Comercio	0.7871	0.8278	8 Minerales metálicos	0.7780	1.0390
52 Servicios inmobiliarios y de alquiler de	0.2358	0.5229	9 Minerales no metálicos	0.4322	2.0213
54 Administración pública y defensa; direc	0.7993	0.0000	27 Productos de la refinación del petróleo; c	0.9678	1.0657
55 Servicios de enseñanza de mercado	0.6202	0.0924	37 Desperdicios y desechos	0.0000	1.7730
56 Servicios de enseñanza de no mercado	0.3494	0.0000	44 Servicios de reparación de automotores, c	0.7840	1.6151
58 Servicios de alcantarillado y eliminació	0.7221	0.5673	46 Servicios de transporte terrestre	0.8850	1.2286
59 Servicios de asociaciones y esparcimie	0.8591	0.7454	51 Servicios de intermediación financiera, de	0.7704	1.4918
61 Servicios domésticos	0.0000	0.0000	53 Servicios a las empresas excepto servicios	0.5694	2.1905

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE

Grafica 1

Distribución de los Índices de interdependencia Directos 2005



Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 30*Índices de Interdependencia sectorial directa e indirecta para Colombia 2005*

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INDIRECTA 2005					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
10 Carnes y pescados	1.4626	0.8132	11 Aceites y grasas animales y vegetales	1.2276	1.1121
12 Productos lácteos	1.3709	0.7131	13 Productos de molinería, almidones y sus p	1.1655	1.0841
14 Productos de café y trilla	1.2772	0.7157	20 Fibras textiles naturales, hilazas e hilos; te	1.1122	1.4134
15 Azúcar y panela	1.2352	0.8851	24 Productos de madera, corcho, paja y mat	1.1619	1.3654
16 Cacao, chocolate y productos de confit	1.2494	0.6949	25 Productos de papel, cartón y sus product	1.1647	1.4137
17 Otros bienes manufacturados ncp	1.1680	0.8355	26 Edición, impresión y artículos análogos	1.1233	1.2550
18 Bebidas	1.1196	0.8180	28 Sustancias y productos químicos	1.0522	1.0881
19 Productos de tabaco	1.0544	0.6018	29 Productos de caucho y de plástico	1.1051	1.3264
21 Artículos textiles, excepto prendas de v	1.0582	0.9309	30 Productos minerales no metálicos	1.0689	1.2562
22 Tejidos de punto y ganchillo; prendas c	1.1552	0.7517	31 Productos metalúrgicos básicos (excepto i	1.1414	1.2107
23 Curtido y preparado de cueros, produc	1.1930	0.7702	32 Maquinaria y equipo	1.0892	1.0489
34 Equipo de transporte	1.0092	0.7550	33 Otra maquinaria y suministro eléctrico	1.0585	1.2226
35 Muebles	1.1722	0.8036	38 Energía eléctrica	1.0294	1.3556
36 Otros bienes manufacturados ncp	1.0161	0.8001	39 Gas domiciliario	1.0010	1.0942
41 Trabajos de construcción, construcción	1.0635	0.6785	47 Servicios de transporte por vía acuática	1.0613	1.1546
42 Trabajos de construcción, construcción	1.0591	0.7009	48 Servicios de transporte por vía aérea	1.0479	1.0841
45 Servicios de alojamiento, suministro de	1.1732	0.7451	49 Servicios complementarios y auxiliares al	1.0015	1.3913
57 Servicios sociales y de salud de merca	1.1799	0.8354	50 Servicios de correos y telecomunicacione:	1.0042	1.0279
60 Servicios de asociaciones y esparcimie	1.1367	0.6007			
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
4. PRODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
2 Otros productos agrícolas	0.2152	0.3915	1 Productos de café	0.1015	0.9225
6 Carbón mineral	0.2176	0.0609	3 Animales vivos, productos animales y pro	0.3075	0.7448
40 Agua	0.2989	0.2992	4 Productos de silvicultura, extracción de m	0.1875	0.6855
43 Comercio	0.3362	0.3467	5 Productos de la pesca, la acuicultura y se	0.2607	0.6074
52 Servicios inmobiliarios y de alquiler de	0.1007	0.2190	7 Petróleo crudo, gas natural y minerales de	0.1909	0.4191
54 Administración pública y defensa; direc	0.3414	0.0000	8 Minerales metálicos	0.3323	0.4352
55 Servicios de enseñanza de mercado	0.2649	0.0387	9 Minerales no metálicos	0.1846	0.8466
56 Servicios de enseñanza de no mercado	0.1492	0.0000	27 Productos de la refinación del petróleo; c	0.4134	0.4464
58 Servicios de alcantarillado y eliminació	0.3084	0.2376	37 Desperdicios y desechos	0.0000	0.7426
59 Servicios de asociaciones y esparcimie	0.3670	0.3122	44 Servicios de reparación de automotores, c	0.3349	0.6764
61 Servicios domésticos	0.0000	0.0000	46 Servicios de transporte terrestre	0.3780	0.5146

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 31*Índices de Interdependencia sectorial directa para Colombia 2010*

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA 2010					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
10 Carnes y pescados	1.7986	0.5345	11 Aceites y grasas animales y vegetales	1.5642	1.6890
12 Productos lácteos	1.5493	0.3335	20 Fibras textiles naturales, hilazas e hilos; te	1.4181	2.5928
13 Productos de molinería, almidones y su	1.4800	0.9522	24 Productos de madera, corcho, paja y mat	1.1624	2.0783
14 Productos de café y trilla	1.7938	0.3715	25 Productos de papel, cartón y sus product	1.5260	1.8201
15 Azúcar y panela	1.2717	0.6561	26 Edición, impresión y artículos análogos	1.2880	1.4349
16 Cacao, chocolate y productos de confit	1.4812	0.2831	28 Sustancias y productos químicos	1.3622	1.8042
17 Otros bienes manufacturados ncp	1.4223	0.7154	29 Productos de caucho y de plástico	1.5385	2.1869
18 Bebidas	1.0718	0.6387	30 Productos minerales no metálicos	1.0989	2.0213
19 Productos de tabaco	1.1495	0.0159	31 Productos metalúrgicos básicos (excepto i	1.3526	1.8750
21 Artículos textiles, excepto prendas de v	1.0625	0.8380	32 Maquinaria y equipo	1.3219	1.8100
22 Tejidos de punto y ganchillo; prendas c	1.3122	0.3690	33 Otra maquinaria y suministro eléctrico	1.3761	2.5102
23 Curtido y preparado de cueros, produc	1.3553	0.5239	34 Equipo de transporte	1.6763	1.7237
35 Muebles	1.2324	0.5355	47 Servicios de transporte por vía acuática	1.3947	1.2423
36 Otros bienes manufacturados ncp	1.0849	0.5336	48 Servicios de transporte por vía aérea	1.2281	1.2463
39 Gas domiciliario	1.2383	0.8481			
45 Servicios de alojamiento, suministro de	1.0301	0.3194			
57 Servicios sociales y de salud de merca	1.2052	0.6110			
60 Servicios de asociaciones y esparcimie	1.3171	0.0000			
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
4. PRODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
6 Carbón mineral	0.4838	0.1085	1 Productos de café	0.2203	1.7425
7 Petróleo crudo, gas natural y minerales	0.3343	0.6567	2 Otros productos agrícolas	0.5479	1.0170
40 Agua	0.5937	0.5014	3 Animales vivos, productos animales y pro	0.7189	1.5333
41 Trabajos de construcción, construcción	0.9298	0.1374	4 Productos de silvicultura, extracción de r	0.5010	1.4460
42 Trabajos de construcción, construcción	0.9960	0.1966	5 Productos de la pesca, la acuicultura y sei	0.6113	1.0529
43 Comercio	0.7292	0.6549	8 Minerales metálicos	0.6412	1.1747
46 Servicios de transporte terrestre	0.9753	0.9309	9 Minerales no metálicos	0.4363	1.8928
50 Servicios de correos y telecomunicacio	0.8765	0.6762	27 Productos de la refinación del petróleo; c	0.9390	1.2823
52 Servicios inmobiliarios y de alquiler de	0.2210	0.4615	37 Desperdicios y desechos	0.0000	1.6335
54 Administración pública y defensa; direc	0.8191	0.0000	38 Energía eléctrica	0.9513	1.3589
55 Servicios de enseñanza de mercado	0.4827	0.0801	44 Servicios de reparación de automotores, c	0.9087	1.2990
56 Servicios de enseñanza de no mercado	0.3792	0.0000	49 Servicios complementarios y auxiliares al	0.8956	1.5708
58 Servicios de alcantarillado y eliminació	0.7036	0.4622	51 Servicios de intermediación financiera, de	0.6394	1.3836
59 Servicios de asociaciones y esparcimie	0.8218	0.6663	53 Servicios a las empresas excepto servicios	0.4790	1.9651
61 Servicios domésticos	0.0000	0.0000			

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Grafica 2

Distribución de los Índices de interdependencia Directos 2010



Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 32

Índices de Interdependencia sectorial directa e indirecta para Colombia 2010

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INIDRECTA 2010					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
10 Carnes y pescados	1.3876	0.7071	11 Aceites y grasas animales y vegetales	1.3838	1.6307
12 Productos lácteos	1.2598	0.6375	20 Fibras textiles naturales, hilazas e hilos; te	1.2207	1.6867
13 Productos de molinería, almidones y st	1.2604	0.9661	24 Productos de madera, corcho, paja y mat	1.0813	1.2994
14 Productos de café y trilla	1.1740	0.6400	25 Productos de papel, cartón y sus product	1.3091	1.6285
15 Azúcar y panela	1.0538	0.7799	26 Edición, impresión y artículos análogos	1.1735	1.2179
16 Cacao, chocolate y productos de confit	1.2845	0.6172	28 Sustancias y productos químicos	1.2592	1.6881
17 Otros bienes manufacturados ncp	1.2410	0.7797	29 Productos de caucho y de plástico	1.3713	1.6188
18 Bebidas	1.0614	0.7385	30 Productos minerales no metálicos	1.0311	1.2181
19 Productos de tabaco	1.0766	0.5221	31 Productos metalúrgicos básicos (excepto i	1.1466	1.4459
21 Artículos textiles, excepto prendas de v	1.0608	0.9082	32 Maquinaria y equipo	1.2283	1.4185
22 Tejidos de punto y ganchillo; prendas c	1.1602	0.6487	33 Otra maquinaria y suministro eléctrico	1.2555	1.6731
23 Curtido y preparado de cueros, produc	1.2964	0.7208	34 Equipo de transporte	1.6025	1.6533
35 Muebles	1.1657	0.7083	44 Servicios de reparación de automotores, c	1.0181	1.1422
36 Otros bienes manufacturados ncp	1.0594	0.7206	47 Servicios de transporte por vía acuática	1.2507	1.0947
39 Gas domiciliario	1.0265	0.9536	48 Servicios de transporte por vía aérea	1.1064	1.1183
42 Trabajos de construcción, construcción	1.0026	0.5904			
45 Servicios de alojamiento, suministro de	1.0377	0.6648			
57 Servicios sociales y de salud de merca	1.1731	0.7483			
60 Servicios de asociaciones y esparcimier	1.0794	0.5179			
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
4. PODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PROUDCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
5 Productos de la pesca, la acuicultura y	0.8493	0.8996	1 Productos de café	0.6349	1.0797
6 Carbón mineral	0.7456	0.5765	2 Otros productos agrícolas	0.7935	1.0111
7 Petróleo crudo, gas natural y minerales	0.6465	0.8752	3 Animales vivos, productos animales y pro	0.9214	1.0676
40 Agua	0.7744	0.7529	4 Productos de silvicultura, extracción de m	0.7527	1.2630
41 Trabajos de construcción, construcción	0.9985	0.5664	8 Minerales metálicos	0.8244	1.3737
43 Comercio	0.8350	0.8372	9 Minerales no metálicos	0.7271	1.2871
46 Servicios de transporte terrestre	0.9771	0.9825	27 Productos de la refinación del petróleo; c	0.8646	1.1733
50 Servicios de correos y telecomunicacio	0.8965	0.8390	37 Desperdicios y desechos	0.5162	1.7169
52 Servicios inmobiliarios y de alquiler de	0.6050	0.7282	38 Energía eléctrica	0.9555	1.2978
54 Administración pública y defensa; direc	0.8840	0.5179	49 Servicios complementarios y auxiliares al	0.8952	1.3262
55 Servicios de enseñanza de mercado	0.7224	0.5443	51 Servicios de intermediación financiera, de	0.7719	1.1380
56 Servicios de enseñanza de no mercado	0.6832	0.5179	53 Servicios a las empresas excepto servicios	0.7216	1.4469
58 Servicios de alcantarillado y eliminació	0.8112	0.7155			
59 Servicios de asociaciones y esparcimie	0.8933	0.8439			
61 Servicios domésticos	0.0000	0.5179			

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 33

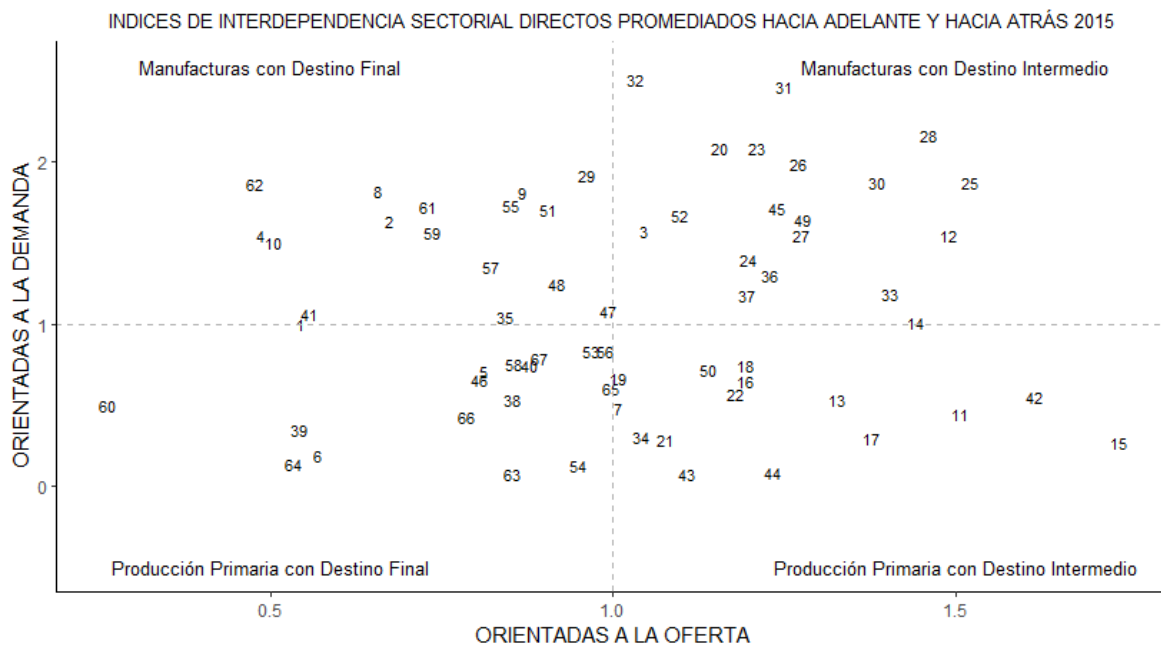
Índices de Interdependencia sectorial directa para Colombia 2015

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA 2015					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
7 Extracción de petróleo crudo y gas natu	1.0080	0.4025	3 Ganadería	1.0462	1.4916
11 Procesamiento y conservación de carne	1.5061	0.3679	12 Elaboración de aceites y grasas de origen	1.4909	1.4639
13 Elaboración de productos lácteos	1.3282	0.4525	20 Preparación, hilatura, tejeduría y acabado	1.1562	2.0020
14 Elaboración de productos de molinería,	1.4432	0.9289	23 Transformación de la madera y fabricació	1.2103	2.0077
15 Elaboración de productos de café	1.7388	0.1874	24 Fabricación de papel, cartón y productos	1.1971	1.3195
16 Elaboración de azúcar y elaboración de	1.1932	0.5675	25 Coquización, fabricación de productos de	1.5216	1.7916
17 Elaboración de cacao, chocolate y proc	1.3776	0.2121	26 Fabricación de sustancias y productos qui	1.2710	1.9102
18 Procesamiento y conservación de fruta	1.1943	0.6631	27 Fabricación de productos farmacéuticos, :	1.2755	1.4706
19 Elaboración de bebidas (incluido el hiel	1.0069	0.5847	28 Fabricación de productos de caucho y de	1.4606	2.0819
21 Confección de prendas de vestir	1.0765	0.2054	30 Fabricación de productos metalúrgicos bá	1.3865	1.7921
22 Curtido y recurtido de cueros; fabricac:	1.1794	0.4861	31 Fabricación de aparatos y equipo eléctric	1.2499	2.3789
34 Fabricación de muebles, colchones y s	1.0402	0.2293	32 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p	1.0334	2.4245
42 Actividades de saneamiento ambiental	1.6151	0.4708	33 Fabricación de vehículos automotores, re:	1.4056	1.1098
43 Construcción de edificaciones residenc:	1.1075	0.0000	36 Generación de energía eléctrica; transmi	1.2294	1.2206
44 Construcción de carreteras y vías de fe	1.2324	0.0082	37 Producción de gas; distribución de combu	1.1950	1.0942
50 Transporte aéreo	1.1403	0.6361	45 Actividades especializadas para la constru	1.2398	1.6331
			49 Transporte acuático	1.2782	1.5649
			52 Actividades de correo y de servicios de m	1.0975	1.5931
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
4. PRODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
5 Pesca y acuicultura	0.8106	0.6309	2 Cultivo permanente de café	0.6735	1.5589
6 Extracción de carbón de piedra y lignit	0.5695	0.1073	4 Silvicultura y extracción de madera	0.4860	1.4650
35 Otras industrias manufactureras	0.8424	0.9647	8 Extracción de minerales metalíferos	0.6571	1.7371
38 Captación, tratamiento y distribución d	0.8524	0.4569	9 Extracción de otras minas y canteras	0.8680	1.7283
39 Evacuación y tratamiento de aguas resi	0.5411	0.2692	10 Actividades de apoyo para actividades de	0.5043	1.4262
40 Recolección, tratamiento y disposición	0.8785	0.6656	29 Fabricación de otros productos minerales	0.9619	1.8342
41 Recuperación de materiales (reciclaje)	0.5554	0.9834	47 Mantenimiento y reparación de vehículos	0.9932	1.0040
46 Comercio al por mayor y en comisión c	0.8048	0.5807	48 Transporte terrestre y transporte por tube	0.9187	1.1637
53 Alojamiento	0.9673	0.7534	51 Almacenamiento y actividades compleme	0.9048	1.6252
54 Actividades de servicios de comidas y l	0.9502	0.0452	55 Actividades de edición (libros, periódicos,	0.8517	1.6489
56 Telecomunicaciones	0.9889	0.7575	57 Actividades de servicios financieros de int	0.8209	1.2703
58 Seguros, seguros sociales y fondos de i	0.8546	0.6763	59 Actividades auxiliares complementarias de	0.7357	1.4885
60 Actividades inmobiliarias	0.2610	0.4182	61 Actividades profesionales, científicas y té	0.7303	1.6452
63 Administración pública y defensa; plan	0.8537	0.0000	62 Actividades de servicios administrativos y	0.4778	1.7850
64 Educación	0.5344	0.0562			
65 Actividades de atención de la salud hur	0.9969	0.5258			
66 Actividades artísticas, de entretenimien	0.7858	0.3474			
67 Otras actividades de servicios	0.8932	0.7100			

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Figura 7

Distribución de los Índices de interdependencia Directos 2015



Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 34

Índices de Interdependencia sectorial directa e indirecta para Colombia 2015

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INDIRECTA 2015					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanada Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanada Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
11 Procesamiento y conservación de carne	1.2912	0.5884	3 Ganadería	1.0749	1.0173
13 Elaboración de productos lácteos	1.2101	0.6487	12 Elaboración de aceites y grasas de origen	1.2813	1.5280
14 Elaboración de productos de molinería,	1.2230	0.9314	20 Preparación, hilatura, tejeduría y acabado	1.0901	1.3977
15 Elaboración de productos de café	1.2638	0.5268	23 Transformación de la madera y fabricación	1.0775	1.3908
16 Elaboración de azúcar y elaboración de	1.0030	0.7020	24 Fabricación de papel, cartón y productos	1.1136	1.1833
17 Elaboración de cacao, chocolate y proce	1.1887	0.5426	25 Coquización, fabricación de productos de	1.4752	1.8569
18 Procesamiento y conservación de fruta	1.1333	0.7094	26 Fabricación de sustancias y productos quí	1.2051	2.0138
19 Elaboración de bebidas (incluido el hiel	1.0367	0.6606	27 Fabricación de productos farmacéuticos, :	1.1803	1.1135
21 Confección de prendas de vestir	1.0310	0.5636	28 Fabricación de productos de caucho y de	1.3207	1.5736
22 Curtido y recurtido de cueros; fabricaci	1.0973	0.6768	29 Fabricación de otros productos minerales	1.0078	1.2199
34 Fabricación de muebles, colchones y s	1.0492	0.5664	30 Fabricación de productos metalúrgicos bá	1.1555	1.4288
42 Actividades de saneamiento ambiental	1.1782	0.6749	31 Fabricación de aparatos y equipo eléctric	1.1778	1.7004
43 Construcción de edificaciones residenc	1.1000	0.4691	32 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p	1.0263	1.9041
44 Construcción de carreteras y vías de fe	1.1348	0.4741	33 Fabricación de vehículos automotores, re	1.2828	1.1557
50 Transporte aéreo	1.1299	0.7813	36 Generación de energía eléctrica; transmi	1.1927	1.2598
			37 Producción de gas; distribución de combu	1.0980	1.1771
			45 Actividades especializadas para la constru	1.1535	1.0916
			47 Mantenimiento y reparación de vehículos	1.0149	1.0500
			48 Transporte terrestre y transporte por tube	1.0248	1.0942
			49 Transporte acuático	1.1485	1.3516
			52 Actividades de correo y de servicios de m	1.0345	1.3790
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanada Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanada Intermedia aLTA)		
4. PRODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
1 Agricultura y actividades de servicios c	0.7738	0.9566	4 Silvicultura y extracción de madera	0.7216	1.3686
2 Cultivo permanente de café	0.8320	0.9311	8 Extracción de minerales metalíferos	0.8005	1.8810
5 Pesca y acuicultura	0.9465	0.6866	9 Extracción de otras minas y canteras	0.9144	1.2779
6 Extracción de carbón de piedra y lignit	0.7790	0.5549	10 Actividades de apoyo para actividades de	0.7368	1.1892
7 Extracción de petróleo crudo y gas natu	0.9844	0.8559	41 Recuperación de materiales (reciclaje)	0.7421	1.2763
35 Otras industrias manufactureras	0.9498	0.8599	51 Almacenamiento y actividades compleme	0.8985	1.3956
38 Captación, tratamiento y distribución d	0.9471	0.6708	55 Actividades de edición (libros, periódicos,	0.8595	1.3199
39 Evacuación y tratamiento de aguas resi	0.7829	0.5871	57 Actividades de servicios financieros de int	0.8341	1.1336
40 Recolección, tratamiento y disposición	0.9510	0.7518	59 Actividades auxiliares complementarias de	0.8009	1.2885
46 Comercio al por mayor y en comisión c	0.8648	0.7756	61 Actividades profesionales, científicas y té	0.8164	1.2222
53 Alojamiento	0.9399	0.8842	62 Actividades de servicios administrativos y	0.7000	1.3529
54 Actividades de servicios de comidas y l	0.9683	0.4878	68 Servicios domésticos		
56 Telecomunicaciones	0.9194	0.8390			
58 Seguros, seguros sociales y fondos de p	0.8500	0.8265			
60 Actividades inmobiliarias	0.6136	0.6781			
63 Administración pública y defensa; plan	0.8801	0.4691			
64 Educación	0.7273	0.4892			
65 Actividades de atención de la salud hur	0.9847	0.6660			
66 Actividades artísticas, de entretenimie	0.8488	0.6067			
67 Otras actividades de servicios	0.9287	0.8451			

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 35

Índices de Interdependencia sectorial directa para Colombia 2019

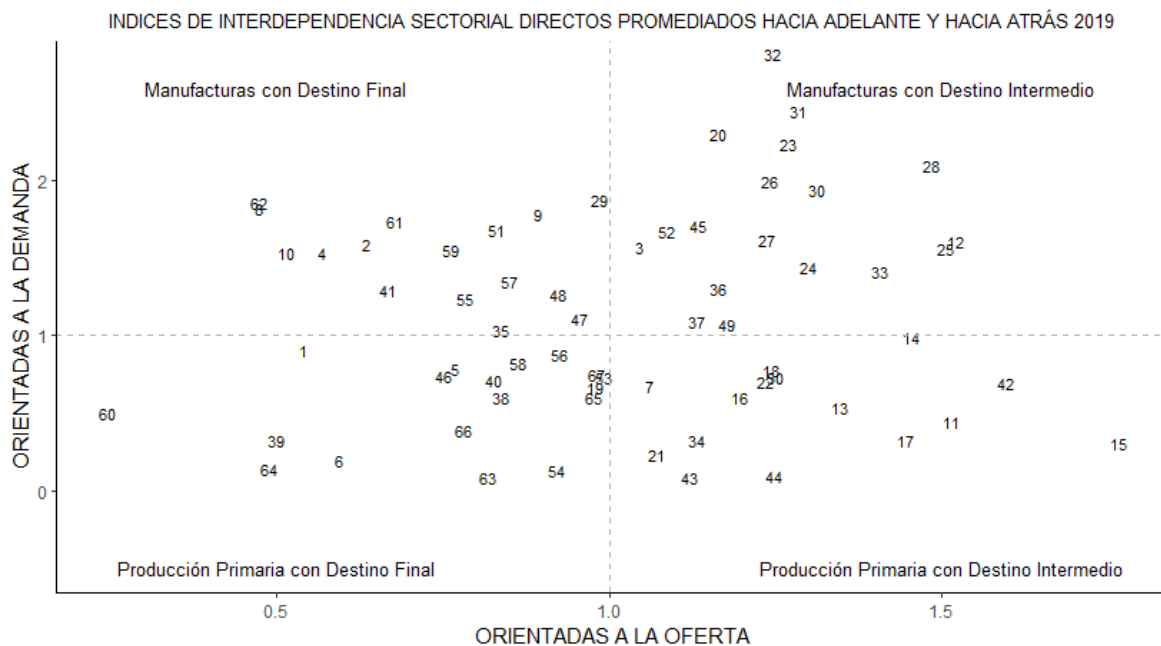
INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA 2019					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
7 Extracción de petróleo crudo y gas nat	1.0599	0.5916	3 Ganadería	1.0459	1.4881
11 Procesamiento y conservación de carn	1.5145	0.3648	12 Elaboración de aceites y grasas de origen	1.5211	1.5276
13 Elaboración de productos lácteos	1.3463	0.4525	20 Preparación, hilatura, tejeduría y acabado	1.1647	2.2148
14 Elaboración de productos de molinería,	1.4554	0.9095	23 Transformación de la madera y fabricació	1.2702	2.1532
15 Elaboración de productos de café	1.7660	0.2180	24 Fabricación de papel, cartón y productos	1.2992	1.3589
16 Elaboración de azúcar y elaboración de	1.1964	0.5160	25 Coquización, fabricación de productos de	1.5062	1.4788
17 Elaboración de cacao, chocolate y prod	1.4451	0.2418	26 Fabricación de sustancias y productos qui	1.2409	1.9105
18 Procesamiento y conservación de fruta	1.2430	0.6966	27 Fabricación de productos farmacéuticos, :	1.2366	1.5344
21 Confección de prendas de vestir	1.0720	0.1518	28 Fabricación de productos de caucho y de	1.4855	2.0142
22 Curtido y recurtido de cueros; fabricaci	1.2352	0.6187	30 Fabricación de productos metalúrgicos bá	1.3113	1.8517
34 Fabricación de muebles, colchones y s	1.1318	0.2366	31 Fabricación de aparatos y equipo eléctric	1.2852	2.3648
42 Actividades de saneamiento ambiental ;	1.5964	0.6140	32 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p	1.2453	2.7357
43 Construcción de edificaciones residenci	1.1201	0.0000	33 Fabricación de vehículos automotores, re	1.4060	1.3299
44 Construcción de carreteras y vías de fe	1.2478	0.0072	36 Generación de energía eléctrica; transmi	1.1632	1.2185
49 Transporte acuático	1.1779	0.9860	37 Producción de gas; distribución de combu	1.1313	1.0025
50 Transporte aéreo	1.2504	0.6425	45 Actividades especializadas para la constru	1.1345	1.6252
			52 Actividades de correo y de servicios de m	1.0861	1.5848

ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
4. PODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PROUDCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Indices de interdependencia			Indices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
1 Agricultura y actividades de servicios c	0.5393	0.8188	2 Cultivo permanente de café	0.6338	1.5035
5 Pesca y acuicultura	0.7678	0.7007	4 Silvicultura y extracción de madera	0.5669	1.4524
6 Extracción de carbón de piedra y lignit	0.5944	0.1106	8 Extracción de minerales metalíferos	0.4740	1.7386
19 Elaboración de bebidas (incluido el hiel	0.9796	0.5816	9 Extracción de otras minas y canteras	0.8928	1.6957
35 Otras industrias manufactureras	0.8363	0.9522	10 Actividades de apoyo para actividades de	0.5145	1.4537
38 Captación, tratamiento y distribución d	0.8361	0.5177	29 Fabricación de otros productos minerales	0.9850	1.7906
39 Evacuación y tratamiento de aguas resi	0.4990	0.2371	41 Recuperación de materiales (reciclaje)	0.6659	1.2091
40 Recolección, tratamiento y disposición	0.8261	0.6301	47 Mantenimiento y reparación de vehículos	0.9543	1.0240
46 Comercio al por mayor y en comisión c	0.7517	0.6526	48 Transporte terrestre y transporte por tube	0.9223	1.1845
53 Alojamiento	0.9913	0.6467	51 Almacenamiento y actividades compleme	0.8315	1.5954
54 Actividades de servicios de comidas y l	0.9214	0.0483	55 Actividades de edición (libros, periódicos,	0.7827	1.1551
56 Telecomunicaciones	0.9259	0.7945	57 Actividades de servicios financieros de int	0.8491	1.2667
58 Seguros, seguros sociales y fondos de i	0.8630	0.7416	59 Actividades auxiliares complementarias de	0.7611	1.4688
60 Actividades inmobiliarias	0.2443	0.4156	61 Actividades profesionales, científicas y té	0.6783	1.6524
63 Administración pública y defensa; plan	0.8185	0.0000	62 Actividades de servicios administrativos y	0.4733	1.7727
64 Educación	0.4882	0.0555			
65 Actividades de atención de la salud hur	0.9776	0.5186			
66 Actividades artísticas, de entretenimien	0.7814	0.3070			
67 Otras actividades de servicios	0.9810	0.6664			

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Figura 8

Distribución de los Índices de interdependencia Directos 2019



Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.

Tabla 36

Distribución de los Índices de interdependencia Directos 2019

INDICES DE INTERDEPENDENCIA SECTORIAL DIRECTA E INDIRECTA 2019					
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
3. MANUFACTURAS CON DESTINO FINAL			2. MANUFACTURAS CON DESTINO INTERMEDIO		
	Índices de interdependencia			Índices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
12 Elaboración de aceites y grasas de origi	1.3289	0.6640	3 Ganadería	1.0793	1.3218
13 Elaboración de productos lácteos	1.2270	0.9431	7 Extracción de petróleo crudo y gas natura	1.0131	1.9466
14 Elaboración de productos de molinería,	1.2210	0.5502	11 Procesamiento y conservación de carne y	1.3005	1.6018
15 Elaboración de productos de café	1.2684	0.6931	19 Elaboración de bebidas (incluido el hielo)	1.0214	1.5422
16 Elaboración de azúcar y elaboración de	1.0105	0.5659	22 Curtido y recurtido de cueros; fabricación	1.1388	1.4999
17 Elaboración de cacao, chocolate y proc	1.2356	0.7388	23 Transformación de la madera y fabricació	1.1363	1.2199
18 Procesamiento y conservación de fruta	1.1592	0.6737	24 Fabricación de papel, cartón y productos	1.1842	1.5083
20 Preparación, hilatura, tejeduría y acaba	1.1033	0.5500	25 Coquización, fabricación de productos de	1.4221	1.9416
21 Confección de prendas de vestir	1.0338	0.7680	26 Fabricación de sustancias y productos qui	1.1833	1.1378
33 Fabricación de vehículos automotores,	1.3062	0.5900	27 Fabricación de productos farmacéuticos, :	1.1617	1.6186
34 Fabricación de muebles, colchones y s	1.0990	0.8703	28 Fabricación de productos de caucho y de	1.3228	1.2102
37 Producción de gas; distribución de con	1.0736	0.7077	29 Fabricación de otros productos minerales	1.0203	1.4975
42 Actividades de saneamiento ambiental ;	1.1609	0.4806	30 Fabricación de productos metalúrgicos bá	1.0976	1.6322
43 Construcción de edificaciones residenc	1.0863	0.4852	31 Fabricación de aparatos y equipo eléctric	1.1810	2.1315
45 Actividades especializadas para la cons	1.0803	0.8271	32 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p	1.1479	1.3886
49 Transporte acuático	1.0909	0.7962	36 Generación de energía eléctrica; transmisi	1.1348	1.1276
52 Actividades de correo y de servicios de	1.0216	0.8322	44 Construcción de carreteras y vías de ferrc	1.1410	1.0754
			47 Mantenimiento y reparación de vehículos	1.0006	1.1273
			48 Transporte terrestre y transporte por tube	1.0147	1.0651
			50 Transporte aéreo	1.1706	1.3912
ORIENTADAS A LA DEMANDA FINAL (Demanda Intermedia Baja)			ORIENTADAS AL ABASTECIMIENTO DE INSUMOS (Demanda Intermedia aLTA)		
4. PRODUCCIÓN PRIMARIA DESTINO FINAL			1. PRODUCCIÓN PRIMARIA CON DESTINO INTERMEDIO		
	Índices de interdependencia			Índices de interdependencia	
	Hacia Atrás	Hacia adelante		Hacia Atrás	Hacia adelante
1 Agricultura y actividades de servicios c	0.7678	0.9482	2 Cultivo permanente de café	0.8045	1.0379
4 Silvicultura y extracción de madera	0.7687	0.7266	8 Extracción de minerales metalíferos	0.7221	1.1714
5 Pesca y acuicultura	0.9206	0.5685	9 Extracción de otras minas y canteras	0.9294	1.2639
6 Extracción de carbón de piedra y lignit	0.7951	0.9626	35 Otras industrias manufactureras	0.9433	1.2636
10 Actividades de apoyo para actividades	0.7441	0.6012	40 Recolección, tratamiento y disposición de	0.9199	1.5052
38 Captación, tratamiento y distribución d	0.9294	0.5861	46 Comercio al por mayor y en comisión o p	0.8449	1.0758
39 Evacuación y tratamiento de aguas resi	0.7614	0.7502	51 Almacenamiento y actividades compleme	0.8693	1.3996
41 Recuperación de materiales (reciclaje)	0.7934	0.7605	54 Actividades de servicios de comidas y bel	0.9516	1.0911
53 Alojamiento	0.9581	0.5005	56 Telecomunicaciones	0.8894	1.1442
55 Actividades de edición (libros, periódic	0.8197	0.8759	58 Seguros, seguros sociales y fondos de per	0.8626	1.2973
57 Actividades de servicios financieros de	0.8495	0.8752	60 Actividades inmobiliarias	0.6084	1.2401
59 Actividades auxiliares complementarias	0.8171	0.6929	61 Actividades profesionales, científicas y té	0.7876	1.3711
62 Actividades de servicios administrativo:	0.6953	0.4806			
63 Administración pública y defensa; plan	0.8617	0.5009			
64 Educación	0.7086	0.6773			
65 Actividades de atención de la salud hur	0.9717	0.5993			
66 Actividades artísticas, de entretenimien	0.8392	0.8306			
67 Otras actividades de servicios	0.9864	0.4806			

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos del DANE.



Oficio No. SIEP – MAE/124/2024
Asunto: **Autorización de impresión**

VICTOR MANUEL CANACÚE CÉSPEDES
Maestría en Economía
PRESENTE.

Por este conducto reciba un cordial saludo, asimismo y de la manera más atenta hago de su conocimiento que se autoriza la impresión de su trabajo de TESIS titulado:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS EN COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2005 - 2019”

Toda vez que ha presentado la liberación del asesor de Tesis y la comisión revisora se ha pronunciado en el mismo sentido.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z, 15 de noviembre 2024


Dr. Alberto Castañón Herrera
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado

c.c.p.- Archivo
D'ACH/cmtp*



Facultad de
Economía

Calle de la Academia s/n, entre Avenida
Universidad y Avenida San Claudio,
Ciudad Universitaria, Puebla C.P. 72592
Tel. 222 229 55 00 Ext. 5605



Asunto: **Término de Asesoría**

Dra. Michelle Taxis Flores
Coordinadora de la Maestría en Economía
Presente

Me permito comunicarle que he cubierto la asesoría de la TESIS de Maestría en Economía elaborada por el:

Lic. Víctor Manuel Canacue Cespedes

Titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS EN COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2005-2019"

Dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a impresión, por considerarlo satisfactorio.

ATENTAMENTE
H. Puebla de Z., a 8 de noviembre de 2024



Dr. Alberto Castañón Herrera
Director de tesis

Facultad de
Economía

Calle de la Academia s/n, entre Avenida
Universidad y Avenida San Claudio,
Ciudad Universitaria, Puebla C.P. 72592
Tel. 222 229 55 00 Ext. 5605



Asunto: Término de Asesoría

Dra. Michelle Taxis Flores
Coordinadora de la Maestría en Economía
Presente

Me permito comunicarle que he cubierto la asesoría de la TESIS de Maestría en Economía elaborada por el:

Lic. Víctor Manuel Canacue Cespedes

Titulada:

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS EN COLOMBIA DURANTE
EL PERIODO 2005-2019"**

Dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a impresión, por considerarlo satisfactorio.

ATENTAMENTE
H. Puebla de Z., a 15 de noviembre de 2024


Dra. Michelle Taxis Flores
Revisora

Facultad de
Economía

Calle de la Academia s/n, entre Avenida
Universidad y Avenida San Claudio,
Ciudad Universitaria, Puebla C.P. 72592
Tel. 222 229 55 00 Ext. 5605



Asunto: Término de Asesoría

Dra. Michelle Taxis Flores
Coordinadora de la Maestría en Economía
P r e s e n t e

Me permito comunicarle que he cubierto la asesoría de la TESIS de Maestría en Economía elaborada por el:

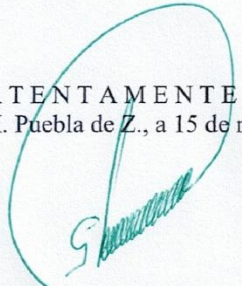
Lic. Víctor Manuel Canacue Cespedes

Titulada:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ESLABONAMIENTOS PRODUCTIVOS EN COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2005-2019”.

Dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a impresión, por considerarlo satisfactorio.

A T E N T A M E N T E
H. Puebla de Z., a 15 de noviembre de 2024


Dr. Adrián Jiménez Gómez
R e v i s o r

Facultad
de Economía

Av. San Claudio y 22 Sur, Col. San
Manuel, Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 5605 y 7843

