

La co-aglomeración industrial en Colombia. Un análisis de las relaciones entre pares de sectores para el periodo 2012-2016

*The industrial co-agglomeration in Colombia.
An analysis of the relationships between
sector parts for the period 2012-2016*

*Co-aglomeração industrial na Colômbia.
Uma análise das relações entre pares
do setores no período 2012-2016*

Diana María Cortázar-Gómez ¹ 

Resumen

Este artículo describe los niveles de co-aglomeración de la industria colombiana en el periodo 2012 – 2016, e identifica los sectores y regiones con mayor grado de asociación entre parejas de firmas industriales, a partir de su ubicación geográfica. En Colombia, es el primer trabajo de análisis de co-aglomeración industrial, y la metodología empleada innova en el uso de la empresa como fuente apropiada para la medición de las economías de aglomeración en países en proceso de desarrollo. Los resultados muestran un alto grado de co-aglomeración con industrias dependientes de la explotación de recursos naturales, mientras gran parte de las parejas de mayor co-aglomeración corresponden a sectores desarticulados en cuanto a las cadenas productivas. También, se observó divergencia regional en los niveles de co-aglomeración, con características diferentes entre las zonas centrales y periféricas del país. Estos resultados implican la necesidad de la formulación de políticas

Recibido: 9 de junio de 2019; Aceptado: 11 de diciembre de 2019

Para citar este artículo:

Cortazar-Gómez, D. M. (2020). La coaglomeración industrial en Colombia. Un análisis de las relaciones entre pares de sectores para el período 2012-2016. *Lúmina*, (21).
DOI: <https://doi.org/10.30554/lumina.21.3386.2020>

1 Banco de la República de Colombia, Carrera 4N. 7-14 Cali, Valle del Cauca. Correo electrónico: diana-cartes30@gmail.com, dcortago@banrep.gov.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5817-9240>

La opinión contenida en el presente documento es responsabilidad exclusiva de la autora y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

de desarrollo industrial que promuevan una transformación estructural a favor del crecimiento en la productividad con la formación encadenamientos productivos, transferencias tecnológicas y asociación entre diversos sub-sectores industriales en un mismo espacio, teniendo en cuenta la diversidad regional existente.

Palabras clave: Aglomeración; coaglomeración; industria; disparidades regionales; índice CL.

Abstract

This article describes the co-agglomeration levels of the Colombian industry in the period 2012-2016, and identifies the sectors and regions with the highest degree of association among industrial firms, based on their geographical location. In Colombia, it is the first work of analysis of industrial co-agglomeration, and the methodology used innovates in the use of the company as a source of the network of the agglomeration of the countries in the development process, as established by Howard, Newman and Tarp (2015). The results show a high degree of co-agglomeration with industries dependent on the exploitation of natural resources, while a large part of the couples with the highest co-agglomeration corresponds to disjointed sectors in terms of productive chains. Also, regional divergence is observed in co-agglomeration levels, different characteristics between the central and peripheral areas of the country. These results imply the need for the formulation of industrial development policies that promote a structural transformation in favor of growth in productivity through the formation of productive linkages, technological transfers and association between sundry industrial sub-sectors in the same space, taking into account the existing regional diversity.

Keywords: Agglomeration; coagglomeration; industry; regional disparities; CL index.

Resumo

Este artigo descreve os níveis de co-aglomeração da indústria colombiana no período de 2012 a 2016 e identifica os setores e regiões com o mais alto grau de associação entre pares de empresas industriais, com base em sua localização geográfica. Na Colômbia, é o primeiro trabalho de análise de co-aglomeração industrial, e a metodologia utilizada inova no uso da empresa como fonte apropriada para a medição de economias de aglomeração em países em desenvolvimento. Os resultados mostram um alto grau de co-aglomeração com indústrias dependentes da exploração de recursos naturais, enquanto a maioria dos casais com maior co-aglomeração corresponde a setores desconexos em termos de cadeias produtivas. Também foi observada divergência regional nos níveis de co-aglomeração, com diferentes características entre as áreas central e periférica do país. Esses resultados implicam a necessidade de formulação de políticas de desenvolvimento industrial que promovam uma transformação estrutural em favor do crescimento da produtividade com a formação de cadeias produtivas, transferências tecnológicas e associação entre diferentes subsetores industriais no mesmo espaço, levando em consideração a diversidade regional existente.

Palavras-chave: Aglomeração; coaglomeração; indústria; disparidades regionais; Índice CL.

JEL: L14; R12; L60; O14.

Introducción

Son múltiples los enfoques que buscan dar explicación a la distribución de las estructuras económicas en el espacio, y quizá uno de los más relevantes ha sido el desarrollado en torno a las economías de aglomeración. Para Krugman (1991), las corrientes económicas derivadas del papel que desempeña la geografía, tales como: la teoría de la localización, teoría del desarrollo económico y algunas que apelan a explicaciones propias de la física; contenían muchos supuestos que tratan análisis de equilibrio parcial. Lo que lleva a Krugman (1991) a incorporar las intuiciones de dichas corrientes a un marco formal riguroso que da origen a la Nueva Geografía Económica (NGE), rama anexa a la economía espacial en la que la aglomeración es el eje fundamental que explica la formación de concentraciones territoriales guiadas por las ventajas que éstas transfieren al incremento en la productividad como elemento esencial en los procesos de crecimiento económico.

Particularmente, la aglomeración se puede comprender como la concentración de actividades en un espacio geográfico, donde se benefician de factores como el transporte, infraestructura, acceso a comunicaciones, servicios, y ventajas naturales o locativas, lo cual genera agrupaciones que, a su vez, promueven un crecimiento acumulativo en éstas. No obstante, los beneficios de aglomerarse pueden llegar a un límite, después del cual, dichas ventajas se compensan con factores desfavorables como la congestión, costos elevados, contaminación, etc., conocido esto como des-economías de aglomeración.

A partir de los aspectos que comprende la NGE, el análisis microeconómico de los efectos que generan los factores de aglomeración se mide a través del grado de co-aglomeración entre pares de industrias, lo que brinda una medición de la tendencia general de las industrias a ubicarse en un mismo territorio; análisis que ayuda a comprender la composición de las ciudades en términos de localización de las firmas y estructuras espaciales, y contribuye a brindar información para la generación de política industrial.

El sector económico que tiende a concentrarse geográficamente en los países en desarrollo es la producción industrial, generando patrones de aglomeración entre sub-sectores que impactan en el desarrollo económico de las regiones, con territorios en los que se crea una alta productividad por el aprovechamiento de las ventajas de la aglomeración, y otros que se quedan rezagados. La comprensión de la dinámica de agrupación de las actividades económicas ha sido de gran relevancia a nivel internacional; sin embargo, son escasos los estudios con este enfoque en Colombia, pese a la fuerza de transformación y desarrollo económico que ejerce la

conformación de aglomeraciones en un país emergente, y la configuración de co-aglomeración en términos de las cadenas productivas, transferencias tecnológicas, y relaciones verticales y horizontales.

Es por ello que el interés de la presente investigación se basa en la medición del grado de co-aglomeración industrial en un país en desarrollo como el colombiano, con una metodología acorde a las condiciones para los países emergentes, específicamente en la consideración de la fuente potencial de las economías de aglomeración: las empresas.

De acuerdo con Howard, Newman y Tarp (2015), en los países en desarrollo, la transferencia de tecnología y los derrames de conocimiento son difícilmente medibles a través de la mano de obra, ya que gran parte de ella no es altamente calificada, y, por tanto, los efectos de la transferencia de dichas fuerzas de aglomeración están limitados. Por el contrario, un análisis basado en la empresa puede otorgar un mayor acercamiento a la explicación de los patrones espaciales de aglomeración de la actividad manufacturera, ante las decisiones de ubicación guiadas en gran medida por los beneficios otorgados por políticas establecidas por un gobierno o presentes a lo largo de la historia de un país, y por externalidades propias de las regiones, lo que afecta a muchos empresarios de manera simultánea.

En este sentido, en el presente estudio se miden los niveles de co-aglomeración a partir de la ubicación de las empresas en el espacio geográfico, y se analiza el patrón espacial de la actividad manufacturera con la identificación de los sectores industriales de mayor co-aglomeración. Así mismo, se calcula el grado de co-aglomeración regional y se realizan comparaciones entre dichos resultados.

El documento se compone en la siguiente sección de la fundamentación teórica en torno a las economías de aglomeración y co-aglomeración, en seguida se describe el marco metodológico y el modelo de análisis de co-aglomeración, y luego se presentan los hallazgos encontrados; por último, se exponen unas consideraciones finales.

1. Las economías de aglomeración y co-aglomeración

La aglomeración económica se define como el proceso que conduce a la agrupación de actividades económicas en un territorio, en el que se favorecen por la cercanía geográfica a empresas del mismo sector, firmas de diferentes sectores o por la proximidad a recursos necesarios para sus procesos de producción. Su estudio es el núcleo de la Nueva Geografía Económica (NGE), rama adscrita a la economía espacial que explica las variadas formas de aglomeración presentes en el espacio geográfico (Fujita y Mori, 2005).

En particular para el sistema productivo industrial, tema del presente documento, la NGE considera un grupo de factores que inciden positivamente en la aglomeración denominados fuerzas centrípetas, y unos que inciden negativamente llamados fuerzas centrífugas. Dentro de las fuerzas centrípetas que impulsan la aglomeración industrial se incluyen los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante entre empresas de una misma rama de producción, los movimientos migratorios de mano de obra, la elasticidad del empleo que favorece la transferencia de mano de obra de unas ramas productivas a otras, la demanda potencial de sus productos, y los desbordamientos tecnológicos.

Por su parte, las fuerzas centrífugas que favorecen la dispersión industrial corresponden a los costos de transporte, la renta o precio del suelo, y la inmovilidad de los factores (tierra y en algunos casos trabajo); cada uno de ellos con efectos que trascienden a los precios de los bienes y a los costos de producción. Así mismo, la NGE considera aspectos del entorno como la congestión, contaminación, inseguridad, y altos costos de los bienes y servicios.

La mezcla de los factores mencionados, más la interacción económica con otros agentes determinan la movilidad o nueva instauración de establecimientos en una zona, a partir de las características propias que ofrecen los territorios y de aquellas que se van formando por el surgimiento propio de la aglomeración.

Así mismo, la interacción de las fuerzas centrífugas y centrípetas, pueden impactar positiva o negativamente en los salarios de los empleados y en el precio de la tierra o renta del suelo, factores importantes en las variaciones de la productividad de los territorios. Al respecto, Venables (2006) señala que ante productividades altas y dado el desplazamiento de empresas hacia los mismos territorios, los rendimientos productivos posiblemente sigan una paulatina tendencia creciente que genera divergencias en las distribuciones económicas y disparidades espaciales del ingreso, de manera que las regiones establecidas como centros de aglomeración, perpetuarán su predominio a través del tiempo acrecentando las diferencias entre ciudades.

La teoría de la aglomeración se conecta con los estudios microeconómicos a través de la co-aglomeración, enfoque que mide la intensidad del efecto de los factores de aglomeración en la localización de un par de industrias, cerca la una de la otra; de tal manera que los niveles de co-aglomeración representan el grado en que un par de industrias se localizan en una misma zona para compartir bienes, trabajo e ideas (Ellison, Glaeser y Keer, 2010).

De acuerdo con lo anterior, los niveles de co-aglomeración se incrementan cuando la intensidad del efecto de la aglomeración es más fuerte según la proximidad de las firmas, lo que facilita el uso compartido de trabajo, intercambio de bienes y derrames de conocimiento entre un par de industrias (Fa-

gocio, Silva y Strange, 2017); aspectos que se relacionan directamente con los planteamientos realizados por Marshall (1920), quien propuso tres componentes que explican la aglomeración y sustentan los enlaces entre sectores: la mano de obra especializada (interacciones en el mercado de trabajo), encadenamientos hacia atrás y hacia adelante, y difusión de conocimiento.

En este sentido, los estudios sobre co-aglomeración aportan a la comprensión de la composición industrial de los territorios, resultados importantes para las decisiones de localización y para la política industrial (Helsley y Strange, 2014). No obstante, en Colombia no se han realizado mediciones de co-aglomeración, y los pocos trabajos que describen la concentración de las actividades económicas lo han hecho comúnmente para analizar los comportamientos por ciudades, sin abarcar el ámbito nacional; así mismo, han recurrido a metodologías propuestas para aplicar en países desarrollados, sin tener en cuenta las particularidades propias de los países emergentes.

Una de las primeras investigaciones de aglomeración en Colombia fue realizada por Fernández (1998), quien obtuvo como resultado una fuerte y positiva relación entre la aglomeración y el comercio interno, y una nula relación con el comercio exterior pese a la liberalización comercial iniciada en 1985; además, encuentra una concentración creciente en Bogotá [al igual que Villegas (2008)], que puede ser explicada por la agrupación de actividades gubernamentales, la falta de infraestructura en la costa, los efectos del narcotráfico y el auge del petróleo que aumentaron el consumo interno y llevaron a prescindir de los beneficios de la liberalización comercial; lo que contrasta con los resultados de Haddad, Bonet, Hewings y Perobelli (2008), quienes corroboran algunas predicciones teóricas como la reducción de la supremacía de Bogotá y una mayor especialización regional luego de la apertura económica.

También es importante referir del estudio desarrollado por Haddad *et al.* (2008), el resultado de una simulación de largo plazo, en la que encuentran posibilidades de relocalización de la producción, especialmente hacia las regiones periféricas, lo que genera cambios en la distribución espacial dentro de la estructura centro-periferia encontrada en el análisis de Fernández (1998).

Otro estudio reconocido es el realizado por Contreras, Ochoa y Vásquez (2004), autores que evidencian la mayor dinámica industrial que tiene Bogotá, capital del país, por su diversificación y gran mercado urbano frente a otras regiones, lo que genera externalidades positivas en torno a la aglomeración. Adicionalmente, señalan a ciudades principales como Medellín, Cali y Barranquilla como centros de localización industrial, aunque consideran que no es posible referir que los departamentos de mayores tasas de crecimiento sean los que mayormente concentran la actividad industrial.

Resultados similares refiere Villegas (2008), al encontrar un fortalecimiento en los procesos de aglomeración de las principales ciudades del país y en especial entorno a Bogotá; no obstante, refiere unos altos costos de transporte que estarían indicando fases tempranas de aglomeración (análoga conclusión que la de Fernández, 1998), mientras no se privilegian los puertos o zonas de frontera, sino que se sigue concentrando la economía colombiana en la zona central del país.

De otro lado, Maldonado (2010) analiza la especialización y concentración industrial en Colombia entre 1970 y 2005, evidenciando una tendencia hacia la especialización en sectores intensivos en tecnología, capital y conocimiento. En particular para la industria, Maldonado muestra un patrón de concentración en la producción de bienes de consumo y en la manufactura liviana, caracterizados por ser intensivos en el aprovechamiento de recursos naturales y mano de obra poco calificada.

En relación con otras industrias manufactureras, Murillo & Hernández (2011) encuentran relación entre la aglomeración de productos alimenticios y un mayor crecimiento económico en los territorios donde ésta se ubica; mientras para las industrias de lácteos, los ingenios, refinerías de azúcar, elaboración de pescado y animales marinos, y la industria de productos de molinería, haya una mayor concentración regional.

Para otros sectores económicos Villamil & Hernández (2016) muestran un alto potencial en la productividad del clúster de servicios, con capacidad para apoyar el sistema productivo de otros sectores y generar mayores efectos *feedback*. A su vez, encuentran para el *clúster* de agricultura y alimentos una alta industrialización con fuertes encadenamientos hacia atrás, pero con baja cohesión con la demás red productiva. Por su parte, la industria minero-energética mostró fuertes encadenamientos hacia adelante como proveedor neto de insumos para los demás *clústers*; y la industria médica-química sobresalió como la generadora de mayores efectos *spillovers* sobre el sistema productivo.

En cuanto a los estudios regionales, Lotero (2005), refiere la alta concentración que se observa en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca, sin cambios sustanciales en la distribución regional de la industria pese a la apertura comercial, relacionado según el autor, con un atrasado sistema de transporte en una zona geográfica con barreras topográficas como lo es Colombia, lo que incide en una tendencia creciente hacia una polarización territorial.

Ahora bien, para los departamentos de nororiente y centro del país, Maldonado (2004) concentra su análisis en la innovación tecnológica como factor de aglomeración espacial, encontrando a Boyacá y Santander como los más especializados; y entre los menos diversificados a Boyacá, Santander y Tolima. Adicionalmente, encuentra en las regiones colombianas

una correlación entre competencia y diversificación como impulsor del crecimiento económico, lo que también favorece la difusión de conocimiento y la innovación tecnológica.

Posteriormente, para la zona nororiental del país Arias (2012) muestra un desaprovechamiento de los *spillovers* tecnológicos como fuente de aglomeración, mientras predominan más las fuerzas centrífugas en esta región. También, haya una alta diversificación en la industria santandereana, mientras Norte de Santander y Boyacá presentan estructuras más concentradas en ciertas actividades manufactureras basadas en encadenamientos.

Otros estudios sobre aglomeración dirigidos únicamente a la capital del país Bogotá, no encuentran resultados contundentes para hablar de aglomeración en la zona (Dueñas, Morales & Olmos, 2009), pues consideran que los sectores manufactureros son aún muy pequeños como para generar incentivos para que las nuevas firmas se ubiquen en un sector determinado, a la vez que se evidencia falta de fuertes *spillovers* tecnológicos.

Posteriormente, Álvarez (2013) analiza la incidencia de las economías de aglomeración en los sectores reales del área urbana de Bogotá, encontrando patrones de concentración disímiles que se orientan bajo la norma urbana de uso del suelo. En cuanto a la distancia al centro de la aglomeración, encuentra una incidencia positiva y significativamente en 14 de los 19 sectores analizados. Finalmente, entre los sectores analizados el industrial presenta la menor concentración frente a las actividades de comercio y servicios analizadas.

A partir de los estudios antes citados, se puede apreciar que todos se basan en análisis específicos para ciertas zonas o sectores, y con un enfoque específico de aglomeración, realizando cálculos de indicadores desde la perspectiva de los empleados, lo que no corresponde a metodologías que definen y miden el grado de co-aglomeración de forma explícita a partir del lugar de ubicación de las empresas individuales como fuente de las economías de aglomeración.

Lo anterior denota la necesidad de realizar un análisis de co-aglomeración en Colombia, que permita describir un sistema complejo de localización de pares de industrias, con el objetivo de identificar *clústers*, cadenas productivas y agrupaciones de empresas con altos grados de asociación de acuerdo a su ubicación geográfica. También, es importante la aplicación de una metodología adecuada a las condiciones de países en desarrollo como Colombia, que contribuya a la presentación de resultados más precisos para el diseño de políticas industriales, orientadas a promover una transformación estructural que favorezca el crecimiento en la productividad a partir de las ventajas derivadas de la aglomeración.

2. Marco metodológico

En Colombia, los estudios con un enfoque teórico en la NGE se han basado en la medición de la aglomeración a través del empleo, y hasta el momento, no se han realizado análisis de co-aglomeración industrial. A partir de las recomendaciones de Howard, Newman y Tarp (2015) en términos de la aplicabilidad de indicadores que midan los niveles de co-aglomeración en países en desarrollo, la medición debe realizarse a partir de las empresas, al considerarse la mejor forma de establecer el grado de concentración industrial en países que no poseen una estructura de oferta laboral altamente especializada².

A partir de lo anterior, se hace uso de la empresa como fuente de las economías de aglomeración, al considerarse el método más apropiado y acertado para un país en proceso de desarrollo como Colombia, de acuerdo con características como: El gasto público en educación como porcentaje del PIB por debajo de la media mundial según cifras de la UNESCO³; altos índices de la desigualdad económica medida a través del índice de GINI⁴ según datos del DANE; tasa de desempleo muy por encima del promedio mundial de acuerdo con la OIT⁵, y bajos niveles de educación⁶ y productividad.

Una vez referida la importancia del estudio y la aplicación de una metodología acorde con las condiciones del país, la presente investigación se basa en un análisis de tipo descriptivo que pretende explorar la co-aglomeración de las actividades industriales generada por los procesos de aglomeración, con especial análisis en los diferenciales entre los territorios céntricos y periféricos del país, a partir de la reciente propuesta metodológica realizada por Howard, Newman y Tarp (2015), la cual nunca ha sido abordada en Colombia.

2.1 Unidad de análisis

Para el desarrollo empírico del documento se tomaron los datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). La EAM presenta datos de carácter censal sobre los establecimientos manufactureros que funcionan en el país y

2 Referente a bajos niveles de educación.

3 Colombia 4,5%, promedio mundial 4,8%, cifras de 2015.

4 GINI de 52,2% en 2015 según datos del DANE, cifra superior al de todos los países latinoamericanos.

5 Tasa de desempleo de 8,2% promedio para Colombia, mientras el promedio mundial se ubicó en 5,5% según la OIT; resultados año 2015.

6 7,5% de la población tiene un nivel profesional y la tasa de analfabetismo es del 8,7% según cifras del Censo Nacional del 2005 realizado por el DANE. En espera de los resultados del Censo de 2018.

se definen en alguna agrupación industrial según la clasificación industrial internacional uniforme –CIIU– Rev. 4 A.C., disponible en la EAM a cuatro dígitos y con una frecuencia de entrega de resultados anual.

Al censo ingresan todas las empresas con diez o más personas ocupadas y/o con un valor agregado de la producción superior a \$500 millones de pesos anuales colombianos (para 2016), valor actualizado cada año según el Índice de Precios al Productor (IPP).

La EAM cuenta con datos sobre personal ocupado, sueldos y salarios, variación de inventarios, inversión, producción bruta, valor agregado, entre otras; desagregadas por empresa y establecimiento, para una cobertura geográfica departamental y por área metropolitana. La unidad de análisis es el establecimiento (firma), según su ubicación (departamento) y clasificación del sub-sector industrial (CIIU), además del valor agregado de cada establecimiento, información que será analizada entre los años 2012 y 2016. En esta medida, para el cálculo de los indicadores se consideran un total de 9.489 establecimientos industriales en 2012, 9.471 en 2013, 9.260 en 2014, 9.015 en 2015, y 8.466 en 2016.

2.2 Índice para el análisis de co-aglomeración

Con el objetivo de medir el grado de co-aglomeración industrial, los investigadores Howard, Newman y Tarp (2015) construyen un índice basado estrictamente en la ubicación de las empresas, método innovador y diferente a los indicadores construidos a partir de los índices propuestos por Ellison y Glaeser (1994), cuya base implícita es el empleo como fuente potencial de las economías de aglomeración.

A partir de la ubicación de las empresas, los autores señalan varios aspectos favorables que permiten un acercamiento de los patrones de concentración en países en desarrollo siguiendo los postulados de Marshall (1920): los costos de transporte son menores si las empresas se localizan cerca de sus proveedores, los *clústers* generados entre empresas crean grupos de trabajadores especializados y ubicados en una misma zona; y finalmente, los intercambios de ideas tienen una probabilidad más alta de transferencia cuando las empresas tienen una mayor proximidad geográfica.

Es así como la propuesta de los autores aplicada en el presente estudio se consolida en el Índice de Colocación (CL), el cual, centrado en las empresas individuales en lugar de los empleados, captura la medida en que las empresas de dos sectores diferentes eligen ubicarse en igual o diferente zona. Este indicador pretende analizar el patrón espacial de la distribución de la actividad manufacturera, a través de la medición del grado en que una pareja de firmas en sectores diferentes, según CIIU⁷ desagregada a dos

7 Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU).

dígitos, se localiza cerca o lejos; es decir, se co-aglomera. Esta medición contribuye a la identificación de *clústers*, potenciales cadenas de producción y agrupaciones de empresas en un mismo espacio.

Para calcular el CL, se consideran todos los conjuntos de pares de sectores *A* y *B* que se localizan en la misma zona. Para este índice se consideran *p* firmas en la industria *A* y *q* firmas en la industria *B*, tomando cada firma *i* de la industria *A* y sumando el número de firmas de la industria *B* localizadas en la misma área; a partir de esto se calcula el número de emparejamientos como proporción de todos los pares posibles entre las dos industrias (*p* x *q*), medida que se ubica entre 0 y 1:

$$CL_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q C_{ij}}{p \times q} \quad (1)$$

Donde $C_{ij} = 1$ indica que las firmas *i* y *j* están localizadas en la misma área y 0 en caso contrario. De esta manera, la suma de los C_{ij} refleja el número de empresas de la industria *A* ubicadas conjuntamente con las empresas de la industria *B*, y viceversa.

A partir de lo anterior, para todos los posibles pares de empresas, se tuvo en cuenta la clasificación industrial y su ubicación, realizando un proceso similar al siguiente, pero en escala de todo el marco industrial del país:

Suponga que existen ocho empresas en total, tres industrias y tres ubicaciones según la tabla 1 que se presenta a continuación:

Tabla 1

Ejemplo industrias y localización

Empresas	Industrias	Localización
1	A	X
2	B	Y
3	A	Z
4	B	X
5	A	Y
6	B	Z
7	C	X
8	C	Y

Fuente: Elaboración propia basada en Howard, Newman y Tarp (2015).

De acuerdo al objetivo del Índice CL de medir el grado en que las empresas de los sectores *A* y *B* se ubican en la misma zona, se van a realizar primero los cálculos de la industria *A*, comprobándose cuántas de las

empresas de la industria B y C se sitúan en el mismo lugar, y así para las otras dos industrias.

Con C_{ij} como el par de industrias a analizar, siendo i una firma y j otra firma diferente, y $C_{ij}=1$ si las empresas se encuentran en la misma área, los pares de industrias que cumplen esta condición son las que se presentan en las tablas 2, 3 y 4:

Tabla 2
Emparejamientos de la industria A

A en igual zona que B	A en igual zona que C
$C_{14} = 1$	$C_{17} = 1$
$C_{36} = 1$	$C_{52} = 1$
	$C_{58} = 1$
Emparejamientos totales	Emparejamientos totales
$\sum C_{ij} = 2 \sum C_{ij} = 2$	$\sum C_{ij} = 3 \sum C_{ij} = 3$

Fuente: Elaboración propia basada en Howard, Newman y Tarp (2015).

Tabla 3
Emparejamientos de la industria B

B en igual zona que A	B en igual zona que C
$C_{25} = 1$	$C_{28} = 1$
$C_{41} = 1$	$C_{47} = 1$
$C_{63} = 1$	
Emparejamientos totales	Emparejamientos totales
$\sum C_{ij} = 3 \sum C_{ij} = 3$	$\sum C_{ij} = 2 \sum C_{ij} = 2$

Fuente: Elaboración propia basada en Howard, Newman y Tarp (2015).

Tabla 4
Emparejamientos de la industria C

C en igual zona que A	C en igual zona que B
$C_{71} = 1$	$C_{74} = 1$
$C_{85} = 1$	$C_{82} = 1$
Emparejamientos totales	Emparejamientos totales
$\sum C_{ij} = 2 \sum C_{ij} = 2$	$\sum C_{ij} = 2$

Fuente: Elaboración propia basada en Howard, Newman y Tarp (2015).

Dado que el índice controla por el tamaño de ambas industrias, se divide el número de emparejamientos que coinciden en la zona de ubicación por el total de parejas posibles, por tanto, el índice CL para las tres industrias es el siguiente (Tabla 5):

Tabla 5
Índice CL de las industrias A, B y C

<u>Emparejamientos</u>	<u>Pares posibles de industrias</u>	<u>Índice CL</u>
AB=3 = BA=3	A=3 B=3 AxB=9	$CL_{AB} = CL_{BC} = 0,33$
AC=2 = CA=2	A=3 C=2 AxC=6	$CL_{AC} = CL_{CA} = 0,33$
BC=2 = CB=2	B=3 C=2 BxC=6	$CL_{BC} = CL_{CB} = 0,33$

Fuente: Elaboración propia basada en Howard, Newman y Tarp (2015).

Los resultados del índice *CL* se ubican entre -1 y 1: valores positivos indican que las empresas de las industrias *A* y *B* se localizan en la misma zona con más frecuencia de lo que se esperaría según la distribución general de la actividad manufacturera, mientras los valores negativos indican una localización menos frecuente a lo que se espera como medida de co-aglomeración.

Adicional a la medición de co-aglomeración industrial en Colombia, en el presente estudio se calcula un índice global ponderado para las siete regiones del país, en el que se tiene en cuenta dentro del cálculo, la relevancia económica de cada sub-grupo industrial en la generación de valor agregado al interior de la región. De esta manera, se presentará el nivel de co-aglomeración regional calculado según el peso de cada par de industrias que se co-aglomeran en estos territorios.

El cálculo del índice de co-aglomeración ponderado para las regiones se realiza en tres etapas, que se repiten para generar el resultado de cada región. La primera consiste en calcular los índices CL para cada par de industrias, tomando la región como un universo conformado por los departamentos definidos por el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

En el segundo paso se hace uso del valor agregado de la EAM y se construye una variable que representa la suma del valor agregado de cada sub-grupo industrial en cada región, según clasificación CIIU Rev. 4 A.C. a dos dígitos; con lo cual, se generan los pesos de cada par de industrias respecto al valor agregado total de la región.

Posteriormente, se empalman los pesos de cada pareja de industrias con los resultados CL construidos y se genera un índice de co-aglomeración ponderado, lo que va a dar cuenta del nivel de co-aglomeración al interior

de cada región y su posición respecto al nivel de co-aglomeración del resto de regiones del país.

3. Resultados de la medición de co-aglomeración industrial

A partir de la metodología antes expuesta sobre la medición de co-aglomeración, para el presente documento se realizaron cálculos de los índices CL para todas las posibles parejas de industrias nacionales de la EAM, según la desagregación CIIU Rev. 4 A.C. a dos dígitos. El volumen de parejas manufactureras halladas fue alto, 253 en total para el año 2015, de manera que para iniciar el análisis del indicador calculado, se partió de los sectores industriales más relevantes a nivel nacional de acuerdo con el aporte al valor agregado, variable disponible para cada firma y que refleja el valor económico adicional que aporta cada sector industrial al país, a partir de su proceso productivo interno, y que a su vez, denota la importancia dentro de la estructura económica de Colombia. Los otros resultados se dejan a disposición del lector en el Anexo.

Entre los sectores de gran contribución al valor agregado industrial se observa en general indicadores CL bajos respecto a la distribución máxima de los índices de co-aglomeración que es 1, indicio de moderados niveles de co-aglomeración industrial. Dentro de estos sectores, enfocándose en los niveles más altos de co-aglomeración por parejas, se destaca el indicador CL de cinco industrias; es decir, que entre las parejas más co-aglomeradas, al menos una de ellas correspondía a: sustancias y productos químicos, coquización y fabricación de productos de la refinación del petróleo, productos alimenticios, fabricación de otros productos minerales no metálicos, y finalmente, fabricación de productos farmacéuticos y sustancias medicinales. Estos resultados preliminares, refieren que estas industrias son capaces de generar aglomeraciones con diferentes sectores en una misma región.

De esta manera, la fabricación de sustancias y productos químicos presenta los más altos índices CL del país, especialmente con industrias como fabricación de productos informáticos y electrónicos que registraron un CL igual a 0,33, y con fabricación de aparatos y equipo eléctrico cuyo CL del par de industrias se ubicó en 0,30; ambas clasificaciones industriales relacionadas con la dimensión tecnológica que requiere el sector de sustancias y productos químicos para la generación de desarrollo e innovación ambientalmente sostenible y con alto valor agregado, resultado que es un referente de posibles transferencias tecnológicas que se estén llevando a cabo dentro de la cadena productiva del sector químico y que estén incidiendo en su evolución con crecimientos anuales de 13,8% en la producción bruta y 16,6% en el valor agregado según datos de la EAM - 2015.

La fabricación de sustancias y productos químicos también muestra un alto índice CL con la fabricación de vehículos automotores (CL=0,27); y un nivel importante de co-aglomeración con empresas de industrias relacionadas como fabricación de productos farmacéuticos y sustancias químicas medicinales, con un resultado de 0,28, para los cuales es generador de productos intermedios (Gráfico 1).

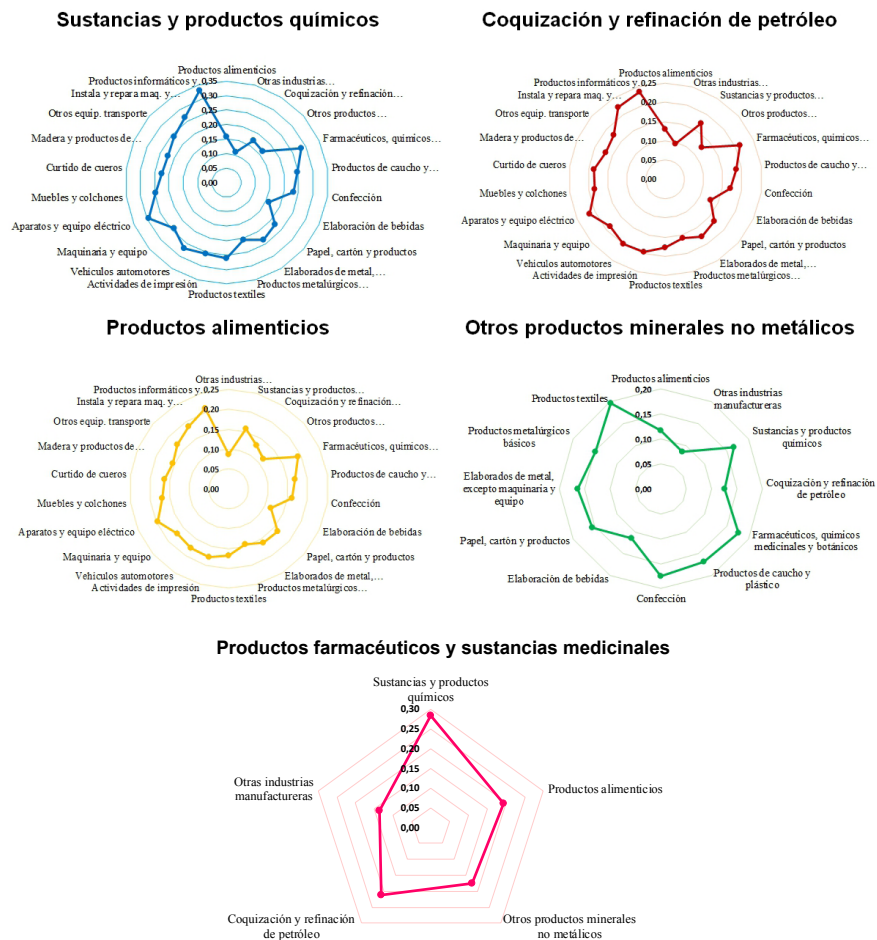


Gráfico 1. Índice CL para las industrias de mayor co-aglomeración en Colombia. 2015.

Fuente: EAM – DANE. Cálculos propios para Colombia con base en el índice CL desarrollado por Howard, Newman y Tarp (2015).

Por su parte, la industria de coquización y fabricación de productos de la refinación del petróleo presenta un moderado nivel de co-aglomeración con sectores como fabricación de productos informáticos y electrónicos (CL=0,24), instalación y reparación especializada de maquinaria y equipo

(CL=0,22), y con fabricación de aparatos y equipo eléctrico (CL=0,21); actividades manufactureras que proveen a la industria petroquímica soporte para sus procesos industriales al suministrar componentes eléctricos para telecomunicaciones, equipos para tratamiento de datos, transformadores, motores y generadores de energía, equipos de control y protección, equipos de iluminación, baterías y acumuladores, y a su vez, el servicio técnico para instalación y reparación.

De otro lado, la elaboración de productos alimenticios se co-aglomera en una proporción leve con varios sectores industriales, por lo que se considera un sector ubicado en zonas con alta homogeneidad en la distribución sectorial. Entre las relaciones de co-aglomeración que se referencian se encuentra actividades de impresión con la que obtiene el CL más alto entre los pares de industrias, 0,18; le siguió fabricación de productos textiles con un CL de 0,17; curtido y recurtido de cueros con 0,16; fabricación de papel y cartón con 0,16 y transformación de la madera con 0,15.

Con similares grados de aglomeración se describe al sector de fabricación de otros productos minerales no metálicos, cuyo nivel de emparejamiento es bajo, aunque con una amplia diversidad de sectores, lo que puede estar relacionado con los yacimientos ubicados en diferentes partes de la geografía colombiana independiente de los sectores que ahí se asienten, así como por la demanda para este sector que se despliega en todo el territorio nacional, esencialmente la dirigida a productos para la actividad de construcción de edificaciones y obras civiles; lo que permite catalogar la actividad dentro de las que más se co-aglomeran en el país.

En particular, para la fabricación de otros productos minerales no metálicos la relación de co-aglomeración con otros sectores según el índice CL se establece en mayor medida con industrias de textiles (CL=0,20), posiblemente relacionados por los materiales de origen mineral usados en la producción textil. Además, se presenta co-aglomeración con productos farmacéuticos y de sustancias químicas medicinales, y confección de prendas de vestir, ambas agrupaciones industriales con las que logra un índice CL de 0,18. Así mismo, se co-aglomera con la fabricación de productos de caucho y plástico en un nivel de 0,17; y con otros grupos industriales con menores índices.

Para efectos comparativos, se realizó el cálculo de los indicadores de la industria manufacturera para el quinquenio 2012 a 2016, extendiendo el análisis hasta el último año disponible con información de micro-datos anonimizados de la EAM.

Lo que se observa en dicho periodo es una permanencia de la estructura de actividades con mayor co-aglomeración año tras año, manteniéndose con los mayores indicadores CL los sub-sectores previamente analizados, pese a los cambios de posición entre ellos (Tabla 6). Para 2016 se destaca

la incorporación entre las seis industrias de mayor grado de aglomeración a la elaboración de bebidas, sub-sector que registra una amplia cantidad de firmas de otros sectores concentradas en el mismo espacio geográfico, mientras la coquización y fabricación de productos de la refinación del petróleo, en ese mismo periodo, redujo el nivel del indicador ubicándose en el sexto lugar.

Tabla 6
Índice de co-aglomeración promedio por
industrias manufactureras. Colombia

Índice CL	2012	2013	2014	2015	2016
Fabricación de sustancias y productos químicos	0,2219	0,2195	0,2264	0,2293	0,2046
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	0,1994	0,2004	0,1971	0,2006	0,1924
Elaboración de productos alimenticios	0,1646	0,1605	0,1601	0,1610	0,1524
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0,1441	0,1410	0,1426	0,1497	0,1374
Elaboración de bebidas	0,1267	0,1214	0,1171	0,1217	0,1371
Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles	0,1632	0,1628	0,1542	0,1761	0,1332

Fuente: EAM – DANE. Cálculos propios para Colombia con base en el índice CL desarrollado por Howard, Newman y Tarp (2015).

A partir de estos cambios en los niveles del CL entre las industrias de mayor co-aglomeración, se presenta a continuación un análisis del grado en el que otras industrias se localizan cerca de las firmas de fabricación de bebidas, y coquización y refinación de petróleo (Gráfico 2), ya que son las únicas que cambiaron de posición entre las más co-aglomeradas del país.

En la industria de bebidas se observa en general leves co-aglomeraciones, pero con una gran variedad de sectores, lo que contribuye a que el indicador global presente una alta medida. Los sectores que se ubican en un mismo departamento junto con la elaboración de bebidas son especialmente los farmacéuticos y químicos medicinales (CL=0,18), relacionados especialmente con el tema de salud, al ser insumo para la elaboración de algunas bebidas, como las que contienen pro-bióticos, componentes nutricionales, o para cierto tipo de enfermedades. Adicionalmente, la industria de bebidas se co-aglomera con otros sub-sectores como actividades de impresión, aparatos y equipo eléctrico, y productos textiles, los cuales registraron un índice CL de 0,16 y no hacen parte directa de la cadena de producción de la industria de bebidas; no obstante, Hidalgo, Klinger, Barabasi y Hausmann (2007) ofrecen una explicación a estos patrones de especialización de algunas zonas, que mueven su distribución de productos en el espacio según las ventajas comparativas que poseen, lo que genera un patrón distinguible de especialización a partir de su estructura productiva implícita, y que no necesariamente está asociado con patrones de co-aglomeración basados en cadenas productivas.

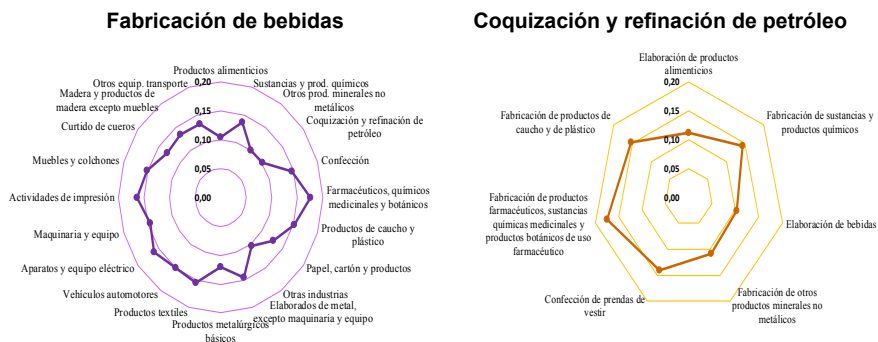


Gráfico 2. Índice CL para las industrias de mayor co-aglomeración en Colombia. 2016. Fuente: EAM – DANE. Cálculos propios para Colombia con base en el índice CL desarrollado por Howard, Newman y Tarp (2015).

Por su parte, las firmas de coquización y refinación de petróleo se enlazan con empresas de productos farmacéuticos y químicos medicinales al registrar un grado de co-aglomeración de 0,17; a su vez, se ubica en las mismas zonas con la fabricación de caucho y plástico (CL=0,15), y sustancias y productos químicos (CL=0,14), sub-sectores relacionados estrechamente, aunque sea redundante mencionarlo, por la dependencia que tiene la industria petroquímica con el petróleo además del gas natural.

Es importante referir que la actividad de coquización y refinación de petróleo a parte de disminuir el nivel global de co-aglomeración, también redujo el número de sectores con los que firmas de dicha industria se relacionan; de lo que surge la inquietud de si ¿pueden estos resultados relacionarse con nuevas localizaciones que buscan efectos externos positivos sobre la productividad como factores geográficos y ambientales propios de otras regiones, o la actividad ha desplazado a las otras actividades económicas para concentrarse en mayor medida en la explotación minero-petrolera?.

En general, los resultados de este estudio muestran un patrón de co-aglomeración alto para sectores que se abastecen de dotaciones naturales como materia prima para la producción, en este caso los relacionados con coquización y refinación de petróleo, al igual que el de productos alimenticios y otros productos minerales no metálicos; mientras se presentan otras co-aglomeraciones sin un enfoque claro de generación de cadenas productivas para el aprovechamiento de las ventajas derivadas de un entorno de aglomeración. Similar descripción se presenta en Argentina en cuanto a la presencia de recursos naturales como factor que favorece la aglomeración de las empresas (Sanguinetti y Volpe, 2005); en tanto en Brasil, la especialización y diversificación industrial es poco sofisticada con encadenamientos débiles (Da Silva, Goncalves y Porcile, 2010).

En cambio, los estudios realizados a países desarrollados muestran diversidad en los patrones de localización en la mayoría de sectores económicos (Callejón, 1998; Guillain y Le Gallo, 2007), aunque también evidencian una concentración extrema en territorios con dotaciones naturales para el aprovechamiento de dichos recursos como materia prima para la producción (Guillain y Le Gallo, 2007; Ellison y Glaeser, 1994).

Después de detallar los resultados de las industrias de mayor aporte al valor agregado de la industria colombiana, se presentan los resultados de los pares de industrias con mayores niveles de co-aglomeración dentro de la estructura total de la industria en el país (Tabla 7).

Se observa que el sub-grupo productos informáticos, electrónicos y ópticos es el que presenta una alta frecuencia de aparición entre los pares de industrias con altos niveles de co-aglomeración, pese a ser un sector industrial netamente importador de productos, pero que a nivel de los factores que inciden en la co-aglomeración, puede estar aportando en los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás con varias industrias, entre ellas: la de aparatos y equipo eléctrico (CL=0,50) como cliente de insumos intermedios tales como los aparatos electrónicos; el sub-grupo industrial de instalación y reparación de maquinaria y equipo (CL=0,49), al cual le provee componentes electrónicos; la fabricación de vehículos automotores (CL=0,47) que requiere equipos electrónicos, de medición y de navegación; adicional a la co-aglomeración con las actividades de impresión y producción de copias de grabaciones (CL=0,43) de la que hace uso de instrumentos ópticos y equipo fotográfico.

Tabla 7

Niveles de co-aglomeración industrial en Colombia dentro del total de posibles parejas industriales. 2015

<i>Industria i</i>	<i>Industria j</i>
27 Aparatos y equipo eléctrico	26 Productos informáticos, electrónicos y ópticos
21 Productos farmacéuticos y químicos medicinales	26 Productos informáticos, electrónicos y ópticos
33 Instalación y reparación de maquinaria y equipo	26 Productos informáticos, electrónicos y ópticos
29 Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	26 Productos informáticos, electrónicos y ópticos
18 Actividades de impresión y de producción de grabaciones originales	26 Productos informáticos, electrónicos y ópticos
21 Productos farmacéuticos y químicos medicinales	33 Instalación y reparación de maquinaria y equipo
27 Aparatos y equipo eléctrico	21 Productos farmacéuticos y químicos medicinales
27 Aparatos y equipo eléctrico	33 Instalación y reparación de maquinaria y equipo

Fuente: EAM – DANE. Cálculos propios para Colombia con base en el índice CL desarrollado por Howard, Newman y Tarp (2015).

Por otro lado, la rama de productos farmacéuticos y químicos medicinales también se co-aglomera en un nivel significativo con la instalación y reparación de maquinaria y equipo al evidenciar un CL igual a 0,42; así como con la fabricación de aparatos y equipo eléctrico (CL=0,41); relaciones de localización que tendrán que analizarse en mayor grado de desagregación

para comprender las razones por las cuales se asocian en términos de su ubicación geográfica.

Una vez analizado el ámbito nacional, se considera relevante indagar sobre el patrón espacial por región de la manufactura en Colombia. Para ello, se distribuyen los departamentos del país de acuerdo a la zonificación realizada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con dos cambios respecto a las regiones debido a la información industrial disponible para la generación de los indicadores CL: región Centro Sur y Llano se unifican como región Centro Sur, y Antioquia junto con Eje Cafetero conforman la región Eje Cafetero (Gráfico 3). A partir de esta zonificación, se construyó un índice global ponderado por parejas de industrias según el valor agregado (Gráfico 4) que genera cada manufactura en el total regional.

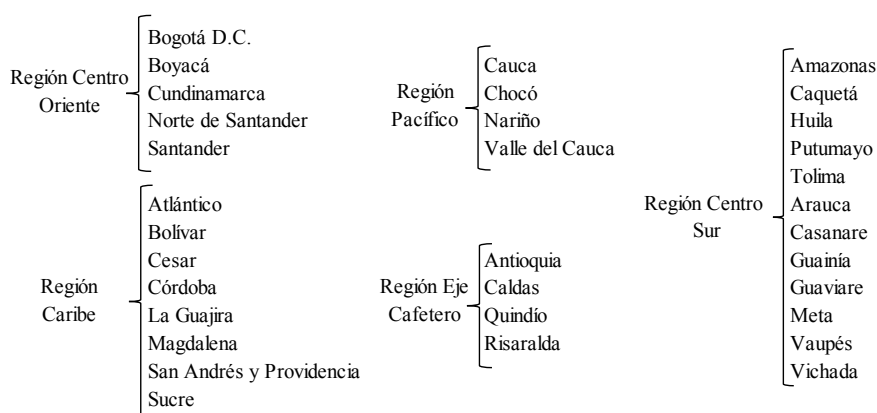


Gráfico 3. Distribución regional según la desagregación departamental de Colombia.

Fuente: DNP ajustado para el cálculo de los indicadores CL.

De esta manera, se encuentra que la región Pacífico tiene el indicador más alto de co-aglomeración (Tabla 3), lo que da cuenta de la tendencia general de agrupación industrial que tiene esta zona geográfica por encima de las otras regiones del país. Con un importante número de parejas de sectores de diferente clase industrial que co-existen en el mismo espacio geográfico, la región Pacífico registra índices CL superiores a los nacionales; y adicionalmente, cuenta con un número de establecimientos similares en cada sub-sector industrial, distribución más homogénea que la del resto de regiones.

Estos resultados van en línea con los procesos de aglomeración esperados a partir de los postulados de la Nueva Geografía Económica (NGE), en relación al desplazamiento de las empresas hacia zonas periféricas con mayor facilidad para importación y exportación de mercancías por la

cercanía a puertos, destacándose para esta región el puerto de Buenaventura, y al departamento del Valle del Cauca como posible dinamizador de la economía de la región.

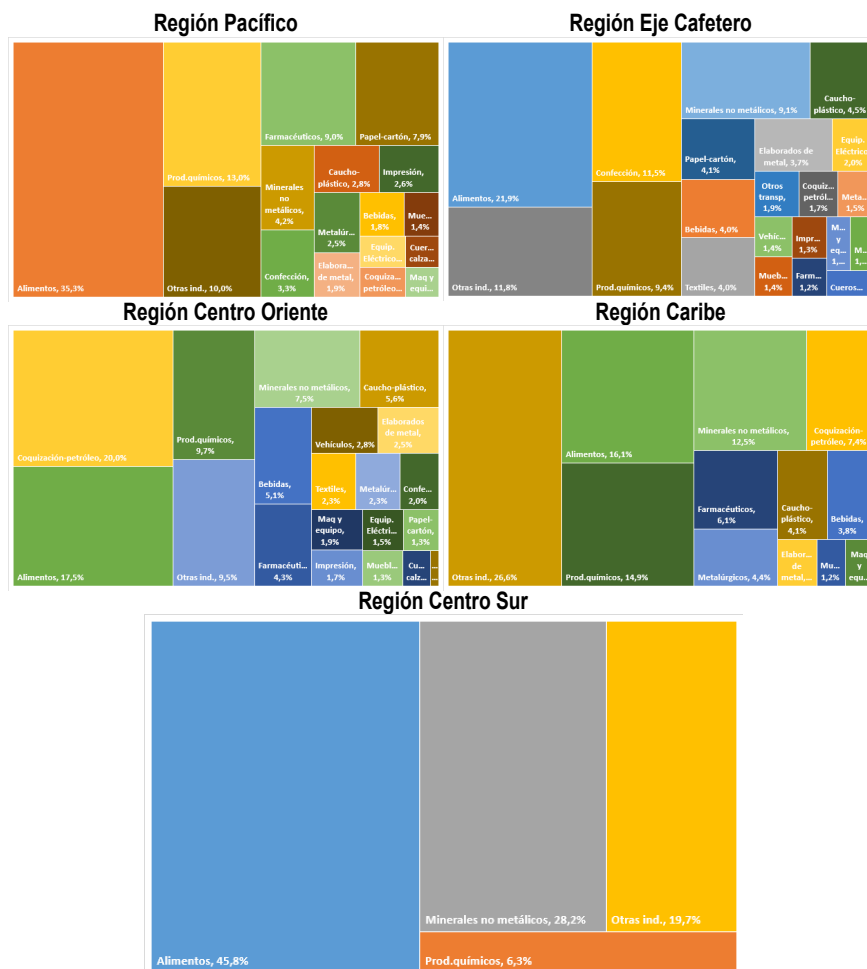


Gráfico 4. Distribución del valor agregado por sub-sectores industriales, 2015. Fuente: EAM – DANE, cálculos propios.

Por su parte, la región Eje Cafetero también presenta un significativo índice CL, evidenciando la presencia de diferentes sectores industriales localizados en la misma zona geográfica, aunque sus indicadores por parejas industriales en promedio también se sitúan por encima de los nacionales. En la distribución por número de establecimientos se destaca la actividad de confección como la de mayor cantidad de firmas, en la que se resalta el grado de co-aglomeración con empresas de bebidas, papel y cartón, farmacéuticos, informáticos y equipo eléctrico. Es de mencionar la

importancia del departamento de Antioquia en la composición de esta región, considerando que su participación en el PIB nacional en el año 2016⁸ fue del 14%, y además, genera el 19,7% del valor agregado de la industria del país, según datos de la EAM a 2016.

Tabla 8
Índice CL ponderado

Regiones	Índice CL ponderado
Pacífico	0,798
Eje Cafetero	0,701
Centro Oriente	0,518
Caribe	0,438
Centro Sur	0,330

Fuente: EAM – DANE. Cálculos propios.

De forma más moderada se muestra el indicador de Centro Oriente, con una co-aglomeración de industrias de diferentes sectores en los departamentos de la región ligeramente por encima de la media del índice CL, lo que significa que la región posee una estructura de industrias co-aglomeradas más homogénea que el resto de regiones. No obstante, es la región con mayor diversidad de sectores industriales y la que registra un mayor número de parejas relacionadas en el mismo espacio geográfico, por encima de lo observado en Pacífico y Eje Cafetero (Tabla 8).

En esta región se esperaba un grado de aglomeración más elevado con la inclusión de Bogotá a esta zona geográfica, debido a la tendencia histórica de la capital del país a concentrar gran parte de la manufactura colombiana, lo que parece indicar que hay un patrón positivo de ubicación hacia zonas de acceso a los mercados externos al registrar la zona Pacífico un indicador de co-aglomeración mucho más fuerte que el de la región Centro Oriente, cuyo índice CL es moderado y coincidente con los resultados de Dueñas, Morales y Olmos (2009), quienes afirman que la capital colombiana no presenta indicios de una gran aglomeración industrial, toda vez que sus industrias son de pequeño tamaño y no hay preferencias en cuanto a una ubicación espacial particular.

De otro lado están las regiones Caribe y Centro Sur, con indicadores medianamente bajos de co-aglomeración. En particular para la región Caribe, se observa un menor número de establecimientos existentes en

8 Datos provisionales del DANE.

la región, y a su vez, una pequeña diversidad industrial respecto al resto de regiones, lo que genera unos índices CL más bajos, debido a la menor interacción sectorial calculada a partir de los indicadores de co-aglomeración por parejas. De acuerdo a lo anterior, en esta región no parece incidir de manera significativa en los indicadores de co-aglomeración el hecho de tener en su zona tres puertos marítimos de gran importancia para el país, ubicados en Barranquilla, Cartagena y Santa Marta, por lo que se hace necesario en otros estudios profundizar en temas como el aislamiento histórico de los departamentos costeros, sus infraestructuras productivas y el mercado de trabajo.

En cuanto a la región Centro Sur, además de registrar el menor índice global CL entre las regiones de estudio, también tiene un bajo número de establecimientos y de sub-sectores industriales en toda su zona, lo que influye significativamente en el indicador. Los sectores de alimentos y minerales no metálicos son las manufacturas de mayor valor agregado, el primero se concentra en especial medida con las actividades de impresión, elaborados de metal, maquinaria y equipo y confecciones; mientras el segundo con confección, actividades de impresión, elaborados de metal y fabricación de maquinaria y equipo.

Es importante en este punto del análisis referir un planteamiento similar al encontrado por Lotero (2005), quien observa que en Colombia no se dio un ajuste territorial de desplazamiento de la industria hacia las zonas periféricas con el fin de aprovechar la dotación de mano de obra, recursos naturales y acceso a mercados externos que permitiera mitigar la polarización industrial y reducir los costos que genera la localización en las zonas céntricas del país, situación que caracteriza a Colombia como un país emergente que va en contravía de los planteamientos teóricos de la NGE, al no generar una re-distribución de sus actividades luego de sucesos como la apertura comercial.

Cabe mencionar que el alto nivel de co-aglomeración para la región Pacífico, está principalmente influenciado por el departamento del Valle del Cauca, que hace parte del triángulo del oro (Valle, Antioquia y Bogotá), por lo que no se considera como un resultado que representa el desplazamiento de industrias hacia zonas periféricas, sino por el contrario, representa la fuerza que siguen ejerciendo territorios centrales en los enlaces industriales del país.

Por otro lado, de acuerdo con los planteamientos de la NGE, las características particulares de los territorios que conducen a la aglomeración y coadyuvan a la co-aglomeración, también originaron en Colombia un fenómeno de persistencia en las desigualdades; aspecto que además de observarse en los indicadores CL de aglomeración por región, también se presentó en los índices CL por grupos industriales desde 2012 hasta 2016,

con una permanencia de altos niveles de co-aglomeración para ciertos grupos industriales.

Adicionalmente, la generación de un sistema de economías de aglomeración, que resulta de la proximidad entre empresas, permanece en el tiempo por la generación de entornos favorables (Fujita et al. 1999) que se pueden catalogar como economías de localización, cuando surgen entre firmas de un mismo sector industrial, o economías de urbanización, cuando se producen por la cercanía de empresas de diferentes sectores industriales [Glaeser, Kallal, Scheinkman & Shleifer (1992), McDonald (1997) y, Polése y Barragán (1998)]. Es así como los moderados grados de co-aglomeración encontrados entre las industrias de fabricación de sustancias y productos químicos con la fabricación de productos informáticos y electrónicos, con la fabricación de aparatos y equipo eléctrico del país, y con la fabricación de productos farmacéuticos, pueden estar asociados a menores costos por transferencia de información, innovación y/o tecnología, desarrollados a partir de la especialización económica formada en el territorio (Marshall, 1890).

Por su parte, los pares de industrias co-aglomeradas pero de sectores industriales disímiles, tales como la elaboración de productos alimenticios con actividades de impresión, fabricación de productos textiles, curtido y recurtido de cueros, entre otras; adicional a la co-aglomeración de la fabricación de otros productos minerales no metálicos con una gran diversidad de industrias, podrían beneficiarse de acuerdo con los fundamentos teóricos de las economías de aglomeración, de ventajas derivadas de la posición geográfica en donde se encuentra la empresa, bien sea por infraestructuras modernas como puertos o aeropuertos (Fujita y Thisse, 2002), por acceso a una amplia gama de insumos intermedios para el proceso productivo (Duranton y Puga, 2004), por espacios públicos o por mercados laborales eficientes y capacitados; y por tanto, no se refieren a aspectos directamente relacionados con la industria. De la misma forma, Abdel – Rahman (1988) expone que la demanda también se beneficia de la diversidad de productos que ofrece el mercado, incrementando la utilidad de los consumidores.

En los resultados también se destaca la diversificación en el número de parejas de sectores industriales que co-existen en el mismo espacio geográfico en regiones como Pacífico y Eje Cafetero, enfoque de aglomeración desarrollado por Jacobs (1969) y Lucas (1988) quienes asocian estos efectos a las economías de diversificación, en las que los desbordamientos de conocimiento entre industrias de diferentes sectores facilita la producción de ideas y los flujos de información, generando innovación y a su vez un mayor crecimiento. Este enfoque ha sido identificado como un determinante trascendental en las ventajas de aglomeración en las grandes ciudades por investigadores como Glaeser et al. (1992), Henderson (2003) y Rosenthal y Strange (2004).

Es así como el surgimiento de la NGE abrió una línea de estudio en la que se consideran los efectos de la aglomeración geográfica, medida en este caso de estudio por los grados de co-aglomeración, lo que forma un sistema complejo que requiere ser comprendido para el diseño de políticas regionales eficaces y para la generación de resultados positivos en cuanto a la organización económica en el espacio.

4. Consideraciones Finales

El documento permitió describir las relaciones de co-aglomeración entre pares de industrias en el país, así como las diferencias y particularidades en los niveles de co-aglomeración entre regiones, reflejo de las condiciones económicas y de recursos naturales de los territorios.

De acuerdo con los resultados de los indicadores CL, en Colombia hay cinco sectores que tienen un importante aporte al valor agregado industrial del país y altos niveles de co-aglomeración: sustancias y productos químicos, coquización y fabricación de productos de la refinación del petróleo, productos alimenticios, fabricación de otros productos minerales no metálicos, y finalmente, fabricación de productos farmacéuticos y sustancias medicinales. Estos sectores son los que se caracterizan, de acuerdo con los niveles CL, como los que generan un mayor número de agrupaciones de empresas con otros sectores industriales, localizados en un mismo espacio geográfico.

No obstante, el análisis detallado de la co-aglomeración de dichos sectores no muestra claras relaciones entre industrias pertenecientes a una misma cadena productiva, señal de la necesidad de políticas públicas de desarrollo industrial entorno a la generación de encadenamientos que añadan un alto valor agregado y contribuyan al crecimiento económico.

Esto también se visualiza en la estructura total de co-aglomeración colombiana, que presenta una alta diversidad de pares de industrias sin una relación clara en términos de las ventajas de co-aglomerarse, excepto por la actividad de fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos, cuyos niveles de co-aglomeración fueron los más altos del país y dan señal de encadenamientos hacia adelante y hacia atrás con una variedad de sectores industriales.

En cuanto al resultado regional, se observaron niveles de co-aglomeración más bajos en las regiones ubicadas en la periferia (región Centro Sur), mientras en las regiones que ofrecen características geográficas favorables como una ubicación cercana a puerto marítimo (región Pacífico) y la cercanía a la capital del país (región Centro Oriente), muestran índices de co-aglomeración más fuertes. Sin embargo, esto denota una divergencia regional que genera un desarrollo industrial más limitado en aquellos te-

ritorios que no se han caracterizado por brindar externalidades positivas para el desarrollo económico y aumento de la productividad.

Es importante señalar que los resultados antes expuestos son un primer avance en el estudio de las condiciones de co-aglomeración en Colombia, por lo que se recomienda para futuras investigaciones la medición del índice CL en niveles de desagregación industrial más altos que permitan establecer relaciones por la puesta en común del mercado de trabajo, encadenamientos y difusión de conocimiento, de acuerdo con los planteamientos de Marshall (1920).

También, se recomienda la aplicación del nuevo índice DCL propuesto por Kopczewska (2016), que corrige la sensibilidad del indicador CL a la división geo-administrativa, la cual interviene al clasificar con resultados nulos aquellos pares de firmas de diferentes sectores que pueden localizarse a cortas distancias, pero estar registradas en diferentes regiones; o casos contrarios en donde pares de sub-sectores de industrias opuestas se registran en una misma zona geoadministrativa pero espacialmente lejanas, situación en la cual el indicador lo contabiliza positivamente como firmas co-aglomeradas.

Adicionalmente, otro posible estudio a desarrollar es la identificación de los determinantes de procesos de co-aglomeración. Análisis interesante para futuras investigaciones en donde se tenga en cuenta la importancia de los costos de transporte a nivel departamental, la puesta en común del mercado de trabajo, las transferencias tecnológicas y las ventajas naturales que inciden en dicho proceso.

Es de destacar que los resultados antes expuestos son interesantes en términos de la novedad de aplicar un indicador recientemente propuesto y basado únicamente en la ubicación de las empresas para medir el grado de agrupamiento de sectores económicos de manera explícita, método apropiado para la medición de co-aglomeración en países en desarrollo. Sin embargo, una fuerte limitación de los datos industriales de la EAM es su falta de desagregación geográfica (por municipio) y mayor detalle en la clasificación de las actividades, lo que no permite indagar sobre el papel de la co-aglomeración en las cadenas productivas, transferencias tecnológicas, relaciones verticales y horizontales, y distribución espacial de los sub-sectores dentro de una región; bondades que ofrece el indicador CL.

Referencias bibliográficas

Abdel-Rahman, H. M. (1988). Product differentiation, monopolistic competition and city size. *Regional Science and Urban Economics*, 18(1), 69-86.
[https://doi.org/10.1016/0166-0462\(88\)90006-3](https://doi.org/10.1016/0166-0462(88)90006-3)

Álvarez, J. (2013). Incidencia de las economías de aglomeración en los sectores reales localizados en el área urbana de Bogotá. *Ensayos sobre Política Económica*, 31(70), 157-214. [https://doi.org/10.1016/S0120-4483\(13\)70032-0](https://doi.org/10.1016/S0120-4483(13)70032-0)

Arias, H. (2012). Aglomeración industrial en el centro oriente colombiano. *Apuntes del CENES*, 81-109.

Callejón, M. (1998). Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración. Universidad de Barcelona, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. *Economía industrial*, (317), 61-68.

Contreras Lotro, J., Ochoa Restrepo, S., Vásquez Franco, L. (2004) Desarrollo regional y productividad de la industria colombiana. *Revista de estudios regionales*, (70), 173-201.

Da Silva Catela, E. Y., Goncalves, F., & Porcile, G. (2010). Municipios brasileños: economías de aglomeración y niveles de desarrollo en 1997 y 2007. *Revista CEPAL 101*, 145-161.

Dueñas Esterling, M. A., Morales Rubiano, M. E., & Olmos Sánchez, L. E. (2009). Aglomeración Industrial en el Área Metropolitana de Bogotá D.C. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 17(2): 99-118.

Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: Henderson, J. V. & Thisse, J. F. (Eds.) *Handbook of regional and urban economics* (pp. 2063-2117). Amsterdam: Elsevier.
[https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(04\)80005-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(04)80005-1)

Ellison, G., & Glaeser, E. L. (1994). *Geographic concentration in US manufacturing industries: a dartboard approach* (No. w4840). National Bureau of economic research.

Ellison, G., Glaeser, E. L., & Kerr, W. R. (2010). What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns. *American Economic Review*, 100(3), 1195-1213. <https://doi.org/10.1257/aer.100.3.1195>

Faggio, G., Silva, O., & Strange, W. C. (2017). Heterogeneous agglomeration. *Review of Economics and Statistics*, 99(1), 80-94.
https://doi.org/10.1162/REST_a_00604

Fernández, C. (1998). Agglomeration and Trade the Case of Colombia. *Ensayos sobre política económica*, 17(33): 85-120

Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. J. (1999). *Economía espacial: las ciudades, las regiones y el comercio internacional*. Cambridge, Reino Unido: Ariel.

Fujita, M., & Mori, T. (2005). Frontiers of the new economic geography. *Papers in Regional Science*, 84(3), 377-405.
<https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2005.00021.x>

- Fujita, M., & Thisse, J. (2002) *Agglomeration and Market Interaction*. CEPR Discussion Paper No. 3362.
- Galvis, L. A., & Meisel, A. (2013). Regional inequalities and regional policies in Colombia: the experience of the last two decades. In: Cuadrado-Roura, J. R. & Aroca, P. *Regional Problems and Policies in Latin America* (pp. 197-223). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39674-8_9
- Glaeser, E., Kallal, J., Scheinkman, & Shleifer (1992). Growth in Cities, *Journal of Political Economy*, 100(6): 1126 – 1152. <https://doi.org/10.1086/261856>
- Guillain, R. & Le Gallo, J. (2007). *Agglomeration and dispersion of economic activities in Paris and its surroundings: An exploratory spatial data analysis*. Regional Economics Applications Laboratory, Discussion Paper 06-T-10.
- Haddad, E. A., Bonet, J., Hewings, G. J., & Perobelli, F. S. (2008). Efectos regionales de una mayor liberación comercial en Colombia: una estimación con modelo CEER. *Documentos de trabajo sobre Economía Regional*, (104), 1-59.
- Henderson, J. V. (2003) Marshall's scale economies, *Journal of Urban Economics*, 53, 1–28. [https://doi.org/10.1016/S0094-1190\(02\)00505-3](https://doi.org/10.1016/S0094-1190(02)00505-3)
- Helsley, R. W., & Strange, W. C. (2014). Coagglomeration, clusters, and the scale and composition of cities. *Journal of Political Economy*, 122(5), 1064-1093. <http://doi.org/10.1086/676557>
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabasi, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, 317(5837): 482-487. <http://doi.org/10.1126/science.1144581>
- Howard, Newman, Tarp (2015). Measuring industry coagglomeration and identifying the driving forces, *Journal of Economic Geography*, 16(5): 1055–1078. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbv037>
- Jacobs, J. (1969). *The Economy of Cities*. New York: Random House
- Kopczewska Katarzyna (2016). Comment to XCL co-agglomeration index: Distance weighted improved CL index. *Papers in Regional Science*, Volume 95, Number 4, Pages 903–910. <https://doi.org/10.1111/pirs.12247>
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*. 99(3): 483 – 499. <https://doi.org/10.1086/261763>
- Lotero, J. (2005). Eficiencia productiva, localización y polarización de la industria en Colombia en el contexto de la integración comercial de los noventa. *EURE (Santiago)*, 31(92), 65-85. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612005009200004>
- Lucas, Jr. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- McDonald, J. F. (1997). *Fundamentals of urban economics*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Maldonado, N. (2004). Innovación tecnológica como factor de aglomeración espacial en las regiones colombianas. *Cuadernos de Economía*, 23(41), 71-107.

Maldonado, A. A. (2010). *La evolución del crecimiento industrial y transformación productiva en Colombia 1970-2005: Patrones y determinantes* (Tesis doctoral no publicada). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. London: McMillan.

Marshall, A. (1920). *Industry and trade*. Nueva York: Cosimo Classics Publisher, 2013.

Murillo, A. C., & Hernández, H. R. (2011). Competencia intra-industria, aglomeraciones regionales y crecimiento económico: caso industria de alimentos. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 19(1), 55-71.
<https://doi.org/10.18359/rfce.2260>

Polése, M., Barragán, C., & Pérez, S. (1998). *Economía urbana y regional: introducción a la relación entre territorio y desarrollo*. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional.

Rosenthal, S. S., & Strange, W. C. (2004). Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In: Henderson, J. V. & Thisse, J. F. (Eds.) *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 4, pp. 2119-2171). Amsterdam: Elsevier.
[https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(04\)80006-3](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(04)80006-3)

Sanguinetti, P., & Volpe, M. (2005). ¿Does trade liberalization favor spatial de-concentration of industry? Universidad Torcuato Di Tella. *Investigación y Publicaciones*.

Venables, A. J. (2006). *Shifts in economic geography and their causes* (No. 767). Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science.

Villamil, J., & Hernández, G. (2016). Encadenamientos, clústeres y flujos de trabajo en la economía colombiana. *Ensayos sobre Política Económica*, 34(79), 51-65.

Villegas, J. (2008). Los procesos de aglomeración en Colombia a la luz de la nueva geografía económica. *Ensayos sobre política económica*, 27(58): 106-139.
<https://doi.org/10.32468/Espe.5803>



Anexo. Índice CL de la estructura total de co-aglomeración de Colombia, año 2015

Pares de industrias según CIIU Rev. 4 AC a 2 dígitos		Índice CL	Pares de industrias según CIIU Rev. 4 AC a 2 dígitos		Índice CL	Pares de industrias según CIIU Rev. 4 AC a 2 dígitos		Índice CL
10 13	0,1671033		14 25	0,2459020		19 23	0,1251090	
10 15	0,1637433		14 26	0,3497921		19 24	0,1591725	
10 16	0,1534968		14 28	0,2420390		19 25	0,1763625	
10 17	0,1636439		14 29	0,2553123		19 26	0,2368421	
10 18	0,1781387		14 30	0,2857287		19 27	0,2143429	
10 20	0,1578600		14 31	0,2540493		19 28	0,1875695	
10 22	0,1686212		14 32	0,1129128		19 29	0,1999388	
10 23	0,1162183		14 33	0,2356069		19 30	0,1755518	
10 24	0,1444800		15 13	0,2487774		19 31	0,1839586	
10 25	0,1615693		15 16	0,2301686		19 32	0,0967617	
10 26	0,2112283		15 17	0,2131417		19 33	0,2234818	
10 28	0,1710721		15 18	0,2832329		20 13	0,2608075	
10 29	0,1768207		15 20	0,2244693		20 16	0,2215062	
10 30	0,1697751		15 22	0,2570168		20 17	0,2197295	
10 31	0,1682970		15 26	0,3750000		20 26	0,3312388	
10 33	0,1854123		15 28	0,2562703		20 28	0,2397754	
11 10	0,1170189		15 29	0,2946306		20 29	0,2683291	
11 13	0,1706506		15 30	0,2414084		20 30	0,2405166	
11 14	0,1566964		15 31	0,2604748		20 31	0,2467248	
11 15	0,1677560		15 33	0,3133484		20 33	0,2675045	
11 16	0,1571590		16 13	0,2569481		21 10	0,1926570	
11 17	0,1502093		16 17	0,2059462		21 13	0,2959943	
11 18	0,1843228		16 26	0,3394737		21 15	0,3136779	
11 20	0,1603637		16 29	0,2698286		21 16	0,2831886	
11 21	0,2079549		16 30	0,2348047		21 17	0,2638405	
11 22	0,1748624		16 31	0,2453400		21 18	0,3540950	
11 23	0,1149693		16 33	0,2639676		21 20	0,2844120	
11 24	0,1448194		17 26	0,2862595		21 22	0,3265697	
11 25	0,1666508		17 30	0,2388574		21 23	0,1763754	
11 26	0,2392473		18 13	0,2952859		21 24	0,2580111	
11 28	0,1721304		18 16	0,2578538		21 25	0,3079005	
11 29	0,1957989		18 17	0,2411857		21 26	0,4915048	
11 30	0,1599029		18 20	0,2553249		21 28	0,3196977	
11 31	0,1751578		18 26	0,4309339		21 29	0,3887164	
11 32	0,0874591		18 28	0,2854742		21 30	0,2845286	
11 33	0,2038875		18 29	0,3285449		21 31	0,3304150	
13 17	0,2352683		18 30	0,2809715		21 33	0,4225168	
13 26	0,3947842		18 31	0,2945682		22 13	0,2799886	
13 30	0,3106289		18 33	0,3506435		22 16	0,2435000	
14 10	0,1600090		19 10	0,1310696		22 17	0,2310305	
14 13	0,3184687		19 11	0,1289191		22 18	0,2911179	
14 15	0,2342410		19 13	0,1766376		22 20	0,2474654	
14 16	0,2322464		19 14	0,1699201		22 26	0,3894700	
14 17	0,2205647		19 15	0,1856897		22 28	0,2659937	
14 18	0,2711864		19 16	0,1691413		22 29	0,3072557	
14 20	0,2335910		19 17	0,1674568		22 30	0,2605840	
14 21	0,2681862		19 18	0,1964981		22 31	0,2753075	
14 22	0,2526350		19 20	0,1717660		22 33	0,3158459	
14 23	0,1754881		19 21	0,2130812		23 13	0,1975897	
14 24	0,2057010		19 22	0,1860090		23 15	0,1493762	

Continuación

Pares de industrias según CIIU Rev. 4 AC a 2 dígitos		Pares de industrias según CIIU Rev. 4 AC a 2 dígitos		Pares de industrias según CIIU Rev. 4 AC a 2 dígitos	
	Índice CL		Índice CL		Índice CL
23 16	0,1587999	27 21	0,4139556	33 17	0,2480916
23 17	0,1567398	27 22	0,3359270	33 26	0,4903846
23 18	0,1677572	27 23	0,1909338	33 30	0,2617866
23 20	0,1665237	27 24	0,2642734		
23 22	0,1692591	27 25	0,3194315		
23 25	0,1637992	27 26	0,5043859		
23 26	0,2048832	27 28	0,3252864		
23 28	0,1619025	27 29	0,3882429		
23 29	0,1726041	27 30	0,3140917		
23 30	0,1727279	27 31	0,3396527		
23 31	0,1678833	27 32	0,1381090		
23 33	0,1499265	27 33	0,4071075		
24 13	0,2264732	28 13	0,2614055		
24 15	0,2059390	28 16	0,2363714		
24 16	0,2005172	28 17	0,2329641		
24 17	0,1969289	28 26	0,3714431		
24 18	0,2324622	28 29	0,2964407		
24 20	0,2048754	28 30	0,2545240		
24 22	0,2216364	28 31	0,2673609		
24 23	0,1482150	28 33	0,3134772		
24 25	0,2116069	29 13	0,2863895		
24 26	0,2976879	29 17	0,2357536		
24 28	0,2167982	29 26	0,4651163		
24 29	0,2422369	29 30	0,2635034		
24 30	0,2114488	29 33	0,3843918		
24 31	0,2219537	31 13	0,2814001		
24 33	0,2461094	31 17	0,2291999		
25 13	0,2723543	31 26	0,3967254		
25 15	0,2454171	31 29	0,3112149		
25 16	0,2336110	31 30	0,2616397		
25 17	0,2195673	31 33	0,3171866		
25 18	0,2779137	32 10	0,0872252		
25 20	0,2356559	32 13	0,1188719		
25 22	0,2608667	32 15	0,1171968		
25 26	0,3709320	32 16	0,1108063		
25 28	0,2529435	32 17	0,1062246		
25 29	0,2907923	32 18	0,1267272		
25 30	0,2518133	32 20	0,1102231		
25 31	0,2626652	32 21	0,1366442		
25 33	0,2953459	32 22	0,1197863		
26 30	0,3548387	32 23	0,0855484		
27 10	0,1966791	32 24	0,1038254		
27 11	0,2100233	32 25	0,1157378		
27 13	0,3375195	32 26	0,1551842		
27 14	0,3030297	32 28	0,1185184		
27 15	0,3189810	32 29	0,1298820		
27 16	0,2942444	32 30	0,1158298		
27 17	0,2714611	32 31	0,1203226		
27 18	0,3637905	32 33	0,1359534		
27 20	0,2958098	33 13	0,2511068		

Fuente: EAM – DANE. Cálculos propios para Colombia con base en el índice CL desarrollado por Howard, Newman y Tarp (2015).