



INTERDEPENDENCIAS MUNICIPALES EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

FUNDESARROLLO
Kelina Puche
Oscar Quiroz
Brandon Nieto

INCLUSION SAS
Roberto Angulo
Alfredo Bateman
Angélica Solano



Fundación para el Desarrollo del Caribe - FUNDESARROLLO | www.fundesarrollo.org.co
Vía 40 No.36-135 Locales 5 y 6 | Barranquilla | +57 (5) 3419989 - 3516907

INCLUSIÓN Consultoría para el Desarrollo SAS |
Carrera 7 No 71-21 Torre A Piso 5 (Regus) | Bogotá. |

Resumen

El presente trabajo realiza una definición del territorio funcional de Barranquilla, mediante la identificación y cuantificación de las interdependencias existentes entre los municipios del departamento del Atlántico. El estudio reconoce la multidimensionalidad de las interdependencias y apropia la metodología de counting approach, para llevar a cabo la construcción de un Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales (IMIM), que indica tanto la incidencia como la intensidad de las relaciones de intercambio entre los distintos pares de municipios. El estudio identifica dos subregiones funcionales para el departamento del Atlántico: una subregión ampliada, la cual supera los límites territoriales del departamento (incluye a Sitionuevo - Magdalena), conformada por 19 municipios y una compacta, la cual excluye a un municipio del área metropolitana (Malambo), quedando conformada por 10 municipios. Barranquilla se configura como el nodo de ambas subregiones aportando el 31% de los flujos de interdependencia observados. Finalmente, el estudio propone algunos esquemas de gobernanza para aprovechar mejor la funcionalidad de los territorios identificados, que permitirán orientar de mejor manera el diseño de políticas públicas para el departamento.

Palabras clave: áreas metropolitanas, bienes y servicios económicos, aglomeraciones, desarrollo urbano, movilidad, servicios públicos, servicios sociales.

Clasificación JEL: R12, R28, R50.

Noviembre de 2018

PRESENTACIÓN

Este documento presenta el informe de resultados del estudio de Interdependencias municipales en el departamento del Atlántico, elaborado por la Fundación para el Desarrollo del Caribe –Fundesarrollo en conjunto con Inclusión - Consultoría para el Desarrollo SAS para la Gobernación del Atlántico a través de la Secretaría del Interior. El estudio tiene el objetivo de asesorar la definición del territorio funcional de Barranquilla con base en la identificación de las interdependencias territoriales que tenga en cuenta flujos de movilidad, económicos, ambientales, de servicios públicos y sociales compartidos.

El desarrollo del presente trabajo ofrece evidencia de los intercambios y niveles de interdependencia entre dos o más municipios, evidenciando no sólo su existencia, sino también cuantificando su grado de intensidad y frecuencia. Los resultados del estudio serán útiles no sólo para:

1. Entender la conformación de los territorios funcionales como la interacción de los flujos de personas, bienes y servicios sobre los cuáles se presentan relaciones de intercambio entre municipios y no solo por la huella de conurbación compartida o por la vecindad entre sus límites políticos administrativos por la pertenencia a un área metropolitana.
2. Permitir realizar políticas públicas integrales al incorporar no sólo las necesidades o potencialidades particulares de un municipio sino aquellas compartidas con municipios de su entorno.
3. Justificar la conformación de una nueva área metropolitana a partir de las relaciones de intercambios que se presenten entre municipios.
4. Visibilizar la necesidad de creación de acuerdos gobernanza entre asociaciones de municipios sobre distintas temáticas sectoriales sobre las cuáles, un trabajo en asocio podría significar beneficios bajo el aprovechamiento de las economías de escala en la prestación de un bien o servicio compartido.

Así, este informe desarrolla el marco conceptual, el marco metodológico y los resultados del Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales (IMIM) para el departamento del Atlántico, el cual se constituye como una herramienta adicional de planeación funcional para el departamento. Adicionalmente, el documento incorpora recomendaciones de política pública con base en los resultados y las descomposiciones del IMIM. Se presenta también una caracterización del departamento del Atlántico, la construcción de variables del IMIM, las matrices de Interdependencia por indicador y dimensión, un ejemplo hipotético para el cálculo del IMIM, y una tabla de salida con los resultados del IMIM, información consignada en los anexos. Por último se incluye el anexo número siete que contrasta los resultados del índice frente a indicadores de seguridad para los municipios del departamento.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	MARCO CONCEPTUAL	11
3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1	Antecedentes: Metodología de López-Ghio et al. (2018).....	15
3.2	Evaluación de métodos	16
3.3	Comparación de métodos de pobreza multidimensional	16
3.4	Método de conteo de Alkire y Foster-AF	17
3.5	Metodología de conteo tipo AF para la construcción de un Índice Multidimensional de Interdependencias (IMIM)	17
3.6	Definición del fenómeno, conceptualización y notación.....	18
3.7	Identificación	18
3.8	Flujos e identificación de interdependencia dimensional: puntos de corte por dimensión/variable	18
3.9	Identificación de la región interdependiente: punto de corte general (k)	19
3.10	Agregación.....	19
3.11	Indicadores para la medición de interdependencias: incidencia e intensidad	20
3.12	Indicadores adaptados FGT para la medición de interdependencias: incidencia ajustada, brecha ajustada y brecha ajustada al cuadrado.....	20
3.13	Descomposiciones: por dimensión y por municipio	20
3.14	Construcción de variables utilizadas	21
4.	RESULTADOS DE ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL DE INTERDEPENDENCIAS MUNICIPALES.....	26
4.1	Subregión interdependiente ampliada.....	27
a.	IMIM ampliado	27
b.	IMIM de movilidad de personas	31
c.	IMIM de economía – Excedentes agrícolas	33
d.	IMIM de economía – Excedentes industriales	35
e.	IMIM de economía – Excedentes de servicios transables.....	37
f.	IMIM de servicios sociales y públicos – Educación	39
g.	IMIM de servicios sociales y públicos – Salud.....	41
h.	IMIM de servicios sociales y públicos – Agua potable.....	43
i.	IMIM de servicios sociales y públicos – Residuos sólidos	44
j.	IMIM de servicios ambientales.....	46

4.2	Subregión interdependiente compacta.....	47
a.	IMIM compacto	47
b.	IMIM de movilidad de personas	50
c.	IMIM de economía – Excedentes agrícolas	52
d.	IMIM de economía – Excedentes industriales	54
e.	IMIM de economía – Excedentes servicios transables.....	56
f.	IMIM de servicios sociales y públicos – Educación	57
g.	IMIM de servicios sociales y públicos – Salud.....	59
h.	IMIM de servicios sociales y públicos – Agua potable.....	61
i.	IMIM de servicios sociales y públicos – Residuos sólidos.....	62
j.	IMIM de servicios ambientales	64
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PASOS A SEGUIR.....	65
5.1	Recomendaciones sobre la medición.....	70
5.1.1	Continuidad de la medición	70
5.1.2	Mejoras sobre la información	71
5.1.3	Encuesta multipropósito para el Atlántico.....	72
5.2	Gobernanza para potencializar las interdependencias	74
5.2.1	Gestión integral en la subregión interdependiente compacta	74
5.2.2	Gestión integral de la subregión interdependiente ampliada	76
5.2.3	Gestión sectorial en la subregión interdependiente ampliada y compacta.....	77
5.2.4	Gestión puntual de flujos entre pares de municipios	79
5.2.5	Gestión en los territorios desconectados.....	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
	ANEXO 1 - CARACTERIZACIÓN DE LAS RELACIONES FUNCIONALES EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO	88
1.1	Interdependencias en movilidad.....	89
1.2	Interdependencias en economía	90
1.3	Interdependencias en servicios sociales y públicos domiciliarios	93
1.4	Interdependencias en ambiente	97
	ANEXO 2 - CONSTRUCCIÓN DE VARIABLES DEL ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL DE INTERDEPENDENCIAS MUNICIPAL.....	99
1.	Dimensión de movilidad – magnitud de flujos de personas	102
2.	Dimensión económica – magnitud de flujos de bienes y servicios	104
3.	Dimensión de servicios públicos y sociales – magnitud de flujos de servicios...107	

4.	Dimensión de ecosistemas compartidos – magnitud de flujos de servicios ambientales y ecosistémicos	111
ANEXO 3 - MATRICES DE INTERDEPENDENCIA POR VARIABLE Y DIMENSIÓN.....		112
ANEXO 4 – EJEMPLO HIPOTÉTICO PARA EL CÁLCULO DEL IMIM.....		118
1.	Identificación de relaciones de interdependencia municipal	118
2.	Agregación: indicadores de interdependencia.....	120
a.	Indicador de incidencia (H)	120
b.	Indicador de intensidad (A)	120
c.	Incidencia ajustada (M0)	121
d.	Brecha ajustada (M1).....	121
e.	Brecha ajustada al cuadrado (M2)	122
ANEXO 5 – TABLA DE SALIDA RESULTADOS DEL IMIM COMPACTO Y AMPLIADO		124
ANEXO 6 – LECTURA DE BRECHAS Y SEVERIDAD DE LOS FLUJOS DE INTERDEPENDENCIA		125
ANEXO 7 – CASO DE ESTUDIO: MALAMBO		126
ANEXO 8 – CONTEXTO DE SEGURIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO CON RELACIÓN A LAS INTERDEPENDENCIAS MUNICIPALES EN EL ATLÁNTICO		127

1. INTRODUCCIÓN

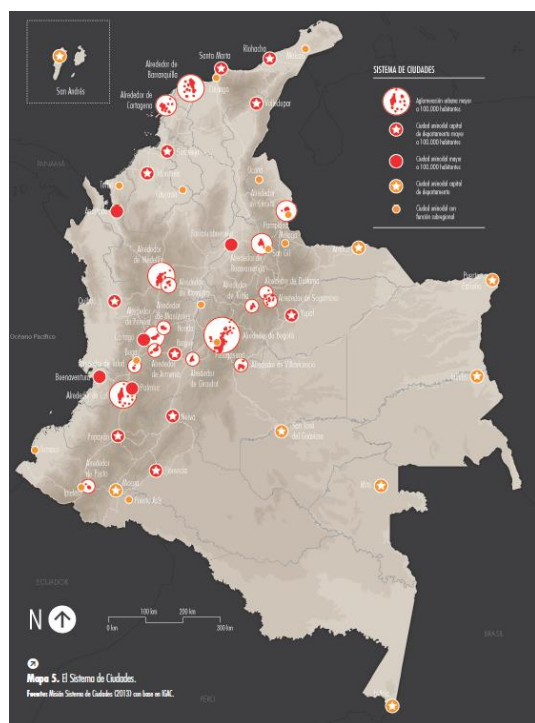
El crecimiento poblacional de las últimas décadas ha llevado al desbordamiento de las ciudades por fuera de los límites territoriales. Colombia hoy cuenta con 19 millones de habitantes más que los que tenía en 1985, eso quiere decir que cada año la población crece en promedio a una tasa de 1,5%. Este crecimiento ha sido más intenso en las áreas urbanas del país, tanto que, mientras en 1985 el 67% de las personas residían en el área urbana, en 2018 este porcentaje alcanzó el 77%. Según las proyecciones de la Misión del Sistema de Ciudades (DNP-DDU, 2012), se espera que para el año 2050, el porcentaje de la población ubicada en el área urbana en el país ascienda a 86.1% y el número de ciudades mayores a 100.000 habitantes pase de 41 a 69 ciudades.

Estas dinámicas de crecimiento se han concentrado en gran parte en las denominadas aglomeraciones urbanas, entendidas como territorios que rebasan sus límites políticos administrativos y donde se presentan relaciones funcionales en términos de actividades económicas, oferta de vivienda, servicios sociales, ambientales, culturales y administrativos (DNP-DDU, 2012). Colombia cuenta con 18 aglomeraciones urbanas que albergan 113 municipios (DNP-DDU, 2012)¹, lo que significa que el 10% del territorio nacional se organiza en un entorno de fuertes relaciones de intercambio, que van más allá del ámbito económico, y que involucran servicios sociales, habitacionales, y hasta ambientales. Así mismo, tales aglomeraciones se proyectan en el largo plazo como ejes regionales de desarrollo, producto no solo del crecimiento poblacional y de las relaciones de conmutación laboral, sino también de la búsqueda de mayores niveles de especialización y complementariedad entre sus economías que permitan potencializar la provisión de bienes y servicios compartidos, aprovechando su cercanía o vecindad.

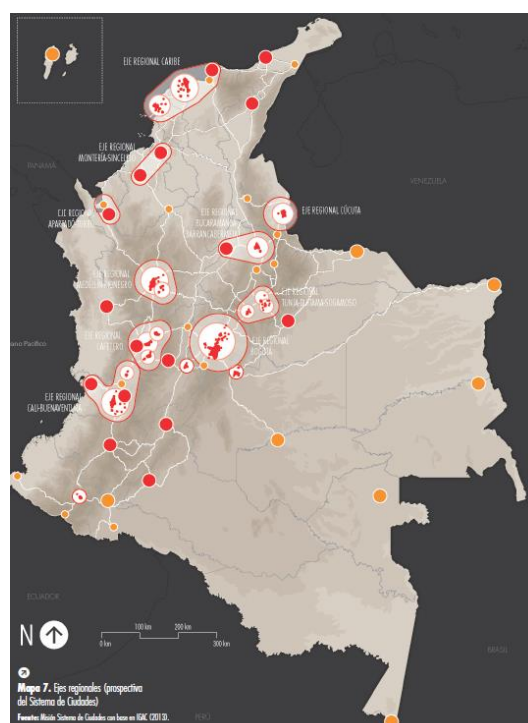
¹ Se encuentran 22 aglomeraciones que albergan 121 municipios. Para efectos de la conformación del sistema de ciudades, se consideró solo dejar aquellas aglomeraciones con población urbana mayor a 100 mil habitantes al 2010. Esto dejó 18 aglomeraciones con 113 municipios.

Gráfico 1. Mapa Sistema de ciudades: Presente y Prospectiva.

Mapa 1: El sistema de ciudades



Mapa 2: Prospectiva ejes regionales



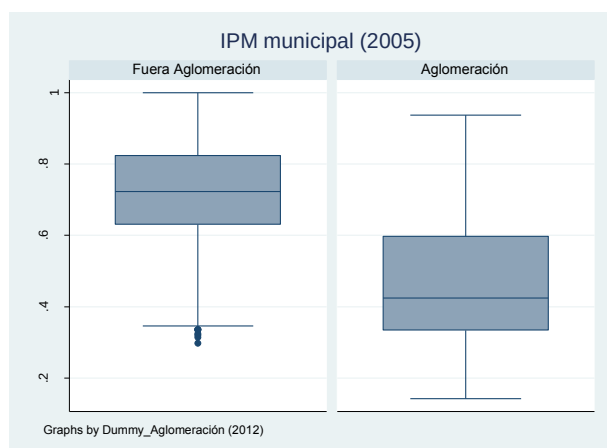
Fuente: Misión del sistema de ciudades. DNP (2012).

Adicionalmente, las aglomeraciones concentran parte significativa de la actividad económica del país. El 64% del producto interno bruto (PIB) del país en el 2016, se genera en los 113 municipios pertenecientes a una aglomeración, reflejo de una alta concentración de la producción. De igual forma, los niveles promedio de la productividad laboral en las aglomeraciones son superiores que los niveles promedio de la productividad laboral en ciudades principales que no se clasifican en una aglomeración. Mientras la productividad laboral en aglomeraciones esta en 31 millones de pesos para el año 2016, en ciudades principales que no están aglomeradas es de 27,9 millones de pesos².

Por otro lado, teniendo en cuenta los datos publicados por el DANE, las ciudades fuera de las aglomeraciones muestran condiciones de pobreza multidimensional más desfavorables que las ciudades de las aglomeraciones. Mientras el IPM (Índice de Pobreza Multidimensional) promedio en los municipios fuera de las aglomeraciones es de 71,93%, para los municipios pertenecientes de una aglomeración es de 47,28%. Así mismo, los niveles de empleabilidad en las aglomeraciones son ligeramente superiores, al promedio de la ocupación en las ciudades no aglomeradas, mientras la tasa de ocupación en aglomeraciones es de 59%, en el resto es de 57%.

² Cálculos realizados como la relación entre el PIB municipal de 2016, respecto a las cifras del número de ocupados para el último trimestre del año 2016, sólo para las 23 ciudades principales.

Gráfico 2. IPM municipal (2005) promedio para aglomeraciones y municipios fuera de aglomeraciones.



Fuente: DANE (2005). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Lo anterior pone de manifiesto que las condiciones económicas y sociales son más favorables para aquellos municipios que pertenecen a una de éstas aglomeraciones, en la medida, que disfrutaban de mayores niveles de actividad económica, empleabilidad, productividad y menores niveles de pobreza.

Ahora bien, las aglomeraciones también se ven expuestas a efectos adversos desencadenados por los procesos de urbanización acelerados y mal planeados que han afectado la movilidad, la calidad del aire, encarecido los costos de transporte, limitado el desarrollo de economías complementarias (DNP-DDU, 2012). Así mismo, producto de la expansión urbana también se adjudican efectos negativos en el uso eficiente de las tierras urbanas, las pérdidas de tierras para cultivo y procesos de degradación ambiental (Wense, Yong, & Peilei, 2016). A lo anterior se suma una estructura administrativa fuertemente municipalista que restringe el desarrollo de proyectos de inversión de alcance regional, que impiden aprovechar los beneficios de las aglomeraciones.

Por esta razón, entender las dinámicas que se desarrollan alrededor de los municipios aglomerados es fundamental para fortalecer sus aportes en el crecimiento económico, mejorar la calidad de vida de los habitantes, ampliar el ámbito de influencia de las externalidades positivas que se presentan en su entorno geográfico y minimizar las deficiencias en la provisión de bienes y servicios, así como diseñar políticas públicas integrales con enfoque territorial.

Si bien este tipo de análisis es aplicable para la totalidad del territorio nacional, en esta oportunidad se pretende acotar el análisis de interdependencias para los municipios del departamento del Atlántico, considerando la coyuntura que rodea al departamento en la actualidad. En primer lugar, el departamento se encuentra elaborando su Plan de Ordenamiento Departamental, adicionalmente cuenta con un área metropolitana constituida y en estudio la posibilidad de incluir nuevos municipios a la aglomeración, y por último, varios de los municipios del departamento se encuentran en proceso de actualización de sus planes o esquemas de ordenamiento, por lo cual el estudio busca introducir elementos de

política pública que permitan orientar el desarrollo de mejores instrumentos de ordenamiento.

Para avanzar en este entendimiento se plantea la construcción de un índice multidimensional de interdependencias municipales, que dé cuenta de la existencia de los intercambios entre pares de municipios de una determinada región de influencia, la intensidad de los flujos entre los mismos, la severidad de la interdependencia y la dimensión temática de las relaciones municipales. El índice estará integrado por 4 dimensiones temáticas de flujos: movilidad, económica, servicios públicos y sociales y ambiente, y define como región de estudio los 23 municipios que conforman el departamento del Atlántico³ y 2 municipios colindantes con su ciudad capital, que son: Sitionuevo y Remolino, pertenecientes al departamento de Magdalena⁴.

El índice multidimensional de interdependencias municipales parte de la propuesta metodológica inicialmente planteada por la Misión del Sistema de Ciudades (2012) que mide las interdependencias exclusivamente a través de los flujos de conmutación laboral como una proxy de los mercados de trabajo compartidos. Dicha propuesta metodológica avanza hacia una dimensión multidimensional en el trabajo desarrollado por López Ghio et al. (2018) el cual estudia la existencia de interdependencias en la sabana de Bogotá. Sin embargo dada la cardinalidad en el índice planteado por estos autores, el estudio no logra diferenciar el grado de interdependencia de cada municipio a la aglomeración bien sea por la acumulación de flujos o por la intensidad de cada uno de éstos, así como tampoco permite la realización de descomposiciones robustas para las dimensiones involucradas. De esta manera, el presente documento evoluciona en la construcción de un índice bajo la metodología de conteo (Counting approach) tipo Alkire y Foster⁵, usualmente utilizado para medición de pobreza, pero que en este caso ha sido adaptado para obtener un índice multidimensional de interdependencias con propiedades axiomáticas de descomposición que serán útiles para el diseño de políticas públicas.

El estudio se organiza en cinco capítulos, el primero hace referencia a la presente introducción. Posteriormente, en el segundo capítulo se describe el marco conceptual sobre la definición de territorios funcionales o constitución de aglomeraciones. El tercer capítulo relaciona la metodología de cálculo del Índice Multidimensional de Interdependencias Municipal (IMIM). El cuarto capítulo presenta un estado del arte de las relaciones de interdependencias existentes en el departamento del Atlántico en relación a cada una de las variables contempladas para la construcción del Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales. Luego el capítulo 5, presenta los resultados de la aplicación del Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales. Finalmente, el capítulo 6 presenta las conclusiones y recomendaciones del estudio.

3 Barranquilla, Baranoa, Campo de La Cruz, Candelaria, Galapa, Juan de Acosta, Luruaco, Malambo, Manatí, Palmar de Varela, Piojó, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Repelón, Sabanagrande, Sabanalarga, Santa Lucía, Santo Tomás, Soledad, Suán, Tubará, y Usiacurí.

⁴ Estos últimos dos municipios fueron incluidos en el análisis debido al debate coyuntural reciente acerca de su inclusión como municipios miembros del área metropolitana de Barranquilla.

⁵ Al respecto ver Alkire et al (2015).

2. MARCO CONCEPTUAL

Desde hace un tiempo, la marcada tendencia de urbanización se ha visto intensificada dentro de los países en vías de desarrollo. La transición generada por la migración de población desde las áreas rurales hacia las áreas urbanas es reconocida por la literatura como un hecho estilizado del proceso de desarrollo de los países. A su vez, la mayor concentración de la población en áreas urbanas ha propiciado el crecimiento económico de los países alrededor del mundo (Todaro & Smith, 2012). Colombia no ha sido la excepción y se destacan los altos márgenes de concentración de la población en las ciudades, proceso agudizado por los efectos del conflicto armado interno.

De esta manera la presión sobre las urbes y el crecimiento económico generado en las áreas urbanas explicaron el desarrollo de aglomeraciones o agrupaciones de actividades económicas (clustering). Desde la Nueva Geografía Económica se plantea la existencia de dos tipos de fuerzas que explican la localización de los agentes: fuerzas centrípetas y centrífugas. Las fuerzas centrípetas hacen referencia a la presión que incentiva a los agentes a aglomerarse espacialmente (p.ej. la cercanía y acceso a mercados, menores costos de transacción, la existencia de encadenamientos hacia adelante o hacia atrás⁶, entre otros); por su parte, las fuerzas centrífugas son una limitante al crecimiento de las aglomeraciones urbanas, como es el caso de los altos niveles de congestión y contaminación, encarecimiento en el precio del suelo y de la vivienda (Acosta, 2013).

En un nivel teórico, el modelo de Krugman (1991) expone una explicación para la conformación de aglomeraciones desde las relaciones núcleo-periferia dentro de las cuales se destaca: 1) la existencia de rendimientos crecientes en la producción, 2) los costos de transporte y 3) limitantes a la movilidad de la fuerza de trabajo en el sector industrial. Puga (2009) por su parte destaca la existencia de varios mecanismos que explican la formación de economías de aglomeración urbanas. El primero tiene que ver con la indivisibilidad que tienen ciertos bienes públicos o de infraestructura, los cuales una vez se localizan en el espacio hacen que el costo por su uso disminuya en las áreas adyacentes, asimismo, hay ventajas asociadas al acceso de la demanda local o a la cercanía a zonas residenciales.

Otro mecanismo que explica la conformación de aglomeraciones (Puga, 2009) son las facilidades de mejorar el proceso de emparejamiento o matching, entendido desde la óptica de: a) acceso e intercambio de proveedores (emparejamiento entre firmas y proveedores), b) acceso a la demanda (emparejamiento entre compradores y vendedores), y c) acceso a la fuerza de trabajo (emparejamiento entre empresas y empleados). La aglomeración aumenta la calidad del emparejamiento en la medida que un mayor número de agentes facilita las negociaciones, y se reducen los costos asociados con el emparejamiento mismo.

Las economías de aglomeración generan beneficios o rendimientos crecientes que obtienen los agentes derivados de la localización en un lugar particular (OECD, 2010). A pesar de que las economías de aglomeración típicamente se han vinculado a economías de escala o a costos de transporte, que proveen de ciertas ventajas a las empresas localizadas dentro de la

⁶ Los encadenamientos hacia atrás se refieren a las ramas o productos que son utilizados por otras ramas o productos y generan un efecto que se dirige hacia sus proveedores, ya que estos requieren de sus productos como insumos intermedios; los encadenamientos hacia adelante son el efecto producido por algunas ramas o productos hacia otras ramas o productos que son sus clientes (Polanco & Robles, 2011).

conurbación, dichas ventajas han traído aumentos en la productividad de las firmas (Fujita & Krugman, 2004). Tales aumentos en la productividad se explican gracias a que la aglomeración permite contar con una mayor oferta de trabajadores talentosos, contar con difusores de conocimiento (knowledge spillovers), lo cual a su vez hace más probable la generación de innovaciones. Además, las aglomeraciones traen consigo empresarios tomadores de riesgo, instituciones de apoyo y asociaciones que se reúnen en un territorio relativamente limitado y coproducen eficiencia económica y progreso (López, Ramírez, Rojas, Salazar, & Bateman, 2018).

Lo anterior es confirmado por Fujita & Thisse (2002), quienes concluyen que en las ciudades se localizarán las industrias manufactureras, las actividades de innovación y los trabajadores más calificados, debido al tamaño de los mercados, lo que facilita la concentración de actividad económica y mayor crecimiento económico derivado de las economías de aglomeración.

Dada la importancia de las aglomeraciones en las economías nacionales, han sido diversos los abordajes establecidos para identificar áreas funcionales en un territorio. Muñiz (2005) y Carriazo & Reyes (2012) mencionan que la identificación de núcleos urbanos y regiones funcionales puede analizarse desde cuatro enfoques: 1) análisis de los flujos de movilidad, 2) umbrales de densidad del empleo y número de puestos de trabajo, 3) picos en la densidad del empleo y 4) analizando los vínculos urbano rural. Como puede notarse, el factor común de dichas metodologías es el uso del "empleo" como una de las variables necesarias para la identificación de la funcionalidad del territorio.

En este sentido, una primera aproximación para evaluar el grado de interdependencias municipales consiste en el análisis de los flujos de movilidad. Como lo señala Tolbert & Sizer (1987) los flujos de desplazamiento o conmutación de las personas a su lugar de trabajo pueden proporcionar información relevante sobre la interacción y funcionalidad de unidades espaciales, logrando de esta manera identificar una geografía alternativa para analizar el mercado laboral. Por su parte, Duranton G. (2015) propone una metodología de definición de áreas metropolitanas utilizando un algoritmo cuyo insumo fueron los patrones de desplazamiento intermunicipales. Para el caso de Colombia se define un umbral de conmutación laboral de 10% para dimensionar las aglomeraciones y la conformación del sistema de ciudades colombiano. Utilizando la misma información para Colombia, Carriazo & Reyes (2012) realizan una estimación de un modelo de conglomerados jerárquicos para establecer de manera endógena territorios con un alto grado de integración económica (territorios funcionales), la importancia de la metodología es que permite de manera ex ante identificar para un conjunto de municipios una configuración de subregiones de manera objetiva.

En su estudio Carriazo & Reyes (2012) identificaron para Colombia alrededor de 438 territorios funcionales, es decir, 438 áreas conformadas por municipios (1.115 municipios para ser exactos) con un alto grado de interdependencia en sus mercados laborales, de bienes y de servicios.

Un segundo enfoque de medición de la funcionalidad e interdependencia territorial consiste en identificar los núcleos urbanos en una región de estudio, lo anterior usualmente se logra a través del establecimiento de algún criterio simple como un umbral de empleo o población

determinado. Sobre este enfoque se encuentra el estudio para Colombia de Áreas Funcionales Urbanas de la OECD (Functional urban areas in Colombia, 2016), en donde se definió el umbral de 1.500 habitantes/km² para identificar los núcleos urbanos en Colombia, bajo esta metodología un núcleo urbano se conforma por las áreas contiguas que superan este umbral de población y en donde más del 50% de la población del municipio reside en estas celdas de alta densidad.

Adicionalmente, es posible encontrar un tercer tipo de literatura con trabajos que analizan patrones de densidad en el empleo y en otras variables que pueden ser proxy de la productividad. Sobre esta línea metodológica se destaca la propuesta de índices de concentración de Ellison, Glaeser, & Kerr (2010), los cuales controlan por el tamaño de las plantas y las diferencias en el tamaño de la unidad geográfica objeto de análisis. Así mismo, Wheaton & Lewis (2002) encuentran que los trabajadores en el sector manufacturero ganan mayores salarios a medida que se encuentran próximos a mercados laborales urbanos. Finalmente, Dekle & Eaton (1999) analizan la relación entre las aglomeraciones, la renta del suelo y los salarios y encuentran evidencia significativa y positiva de los efectos de las economías de aglomeración para el sector financiero y manufacturero. Efectos que disminuyen más rápidamente en el sector financiero que en el sector manufacturero, frente a aumentos de distancia a la aglomeración.

En cuarto lugar, otra aproximación metodológica para establecer las relaciones funcionales en el territorio se encuentra en la literatura sobre los vínculos urbano rural. Tal y como lo menciona Faiguembaun (2011) no existe una definición oficial de la ruralidad que aplique a todos los países. Por lo anterior, el factor común en muchos países dentro de los cuales se encuentra Colombia es el entendimiento de la ruralidad como el residual de las zonas urbanas.

Lograr trascender la dicotomía urbano rural ha sido un tema de investigación para organizaciones como la OECD, los cuales plantean la metodología "Regional Typology" (OECD, 2011). Esta metodología plantea la clasificación de un conjunto de regiones según la población residente en ciudades y el tiempo de desplazamiento vehicular, para configurar un gradiente urbano rural: i) regiones predominantemente urbanas, ii) regiones intermedias cercanas a ciudades, iii) regiones intermedias remotas, iv) regiones predominantemente rurales cercanas a ciudades y v) regiones predominantemente rurales remotas. Para el caso de Colombia, la *Misión para la Transformación del Campo –MTCC-* propuso en el año 2014 la definición de las *categorías de ruralidad* (DNP-DDRS, 2014), estas categorías clasifican a los municipios a partir del tamaño de la población en la cabecera municipal y la densidad poblacional. Las cuatro categorías son: i) Ciudades y aglomeraciones, ii) Ciudades intermedias, iii) Rural y iv) Rural disperso. Esta clasificación permite evidenciar que la heterogeneidad de la población rural depende de las condiciones e interdependencias del territorio en el que residen. Incluso Del Rosario, Morrobel, & Escarramán (2015) quienes en un estudio para la República Dominicana, logran identificar 41 territorios rurales funcionales bajo los siguientes criterios: que sean territorios rurales, que compartan actividades productivas alrededor del sector agropecuario, que presenten una proximidad o vecindad (contigüidad) y compartan municipios centrales, entendidos como aquellos que son centro de atracción (población, bienes) y de emisor de flujos (información, bienes, decisión).

Para Colombia, Bateman, y otros, (2018) avanzan en la identificación de territorios funcionales incorporando patrones de interdependencias alrededor de la vecindad o contigüidad y el intercambio de flujos laborales, por servicios de salud y de educación. Así mismo introduce la noción de influencia asociada con la distancia (tiempo) entre los territorios, y el tamaño o nodo dinamizador. Finalmente, a través del uso de modelos p-regions para agregación espacial, el modelo encuentra una agrupación de sub-regiones que maximicen las relaciones funcionales de cada sub-región (minimizando la disimilaridad) y escoje aquella agrupación para la cual los tiempos de viaje entre los municipios agrupados sea la menor posible. Los resultados de este documento proponen una organización óptima para Colombia sobre 100 subregiones que agrupan a los 1.120 municipios del país.

De la misma manera que para el estudio de Bateman, y otros (2018), estudios similares como el de Carriazo & Reyes (2012), y el de López, Ramírez, Rojas, Salazar, & Bateman (2018), y del Centro de Investigaciones para el Desarrollo (2012), realizados ambos para la Sabana de Bogotá, han sido desarrollados bajo el incentivo de corrientes de pensamiento que priorizan el desarrollo de políticas de planeación subregional dadas las grandes interacciones económicas evidentes sobre las subregiones en el país.

Estos estudios ayudan a entender un territorio funcional más allá del análisis exclusivo del flujo de conmutación laboral, agregando una concepción multidimensional que incorpora otros flujos que son relevantes desde el punto de vista del desarrollo urbano y regional para el diseño de políticas públicas. Se resalta la incorporación de variables económicas, variables de interdependencia social como servicios públicos, sociales y del medio ambiente, entre otras. Estos trabajos han hecho más evidente la premisa de que las regiones delimitadas administrativamente pueden conducir a inferencias erróneas cuando son aplicadas a análisis socio-económico o de política. Por ejemplo, los datos municipales de desempleo pueden no estar relacionados con variables de política en una escala espacial similar (Mitchel & Watts, 2010).

El presente estudio propone una nueva aproximación metodológica a través de la construcción de un Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales (IMIM), partiendo de la definición de Berdegué, Carriazo, Jara, Modrego, & Soloaga (2012) sobre territorios funcionales, *“entendidos como espacios que contienen una alta frecuencia de interacciones económicas y sociales entre sus habitantes, sus organizaciones y sus empresas. La funcionalidad del territorio puede constituirse a través de varios mecanismos, incluyendo: mercados laborales, mercados de bienes o servicios, redes sociales, identidad étnica o cultural, y, también, organización político-administrativa del estado que crea espacios de servicios públicos”*. El Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales (IMIM) identifica la existencia de flujos de movilidad (personas), económicos (bienes y servicios), de servicios sociales y públicos, y ambientales entre dos o más municipios. Entendido así el municipio como unidad de análisis y los flujos entre los distintos municipios como los atributos a medir que constituirían las dimensiones del índice.

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se desarrolla una propuesta metodológica para la medición de interdependencias municipales basada en el enfoque de conteo de Alkire & Foster (2007 y 2011). Esta propuesta metodológica permite la delimitación de una región interdependiente para el Atlántico, con base en la identificación y agregación de relaciones de interdependencias entre los municipios analizados (23 municipios de Atlántico y 2 de Magdalena: Remolino y Sitionuevo) alrededor de 4 dimensiones y 9 variables.

3.1 Antecedentes: Metodología de López-Ghio et al. (2018)

Lopez-Ghio, Ramírez, Rojas, Salazar, Echavarría, & Bateman (2018) proponen una metodología para el cálculo de interdependencias municipales con base en un índice compuesto que permite “resumir la información relevante sobre la interacción municipal y aproximar la existencia efectiva o potencial de externalidades” (López Ghio, Ramírez, Rojas, Salazar Echavarría, & Bateman, 2018). El ejercicio metodológico parte de una subregionalización ya definida para hacer una identificación y cuantificación de las relaciones funcionales de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá con el fin de motivar una planificación integral de la región.

De acuerdo con Alkire y otros (2015), la gran virtud de los índices compuestos, aplicados a la medición de pobreza o bienestar, es que permiten la agregación de privaciones en un escalar. Sin embargo tienen como desventaja que no permiten ver la distribución conjunta y por lo tanto son insensibles al grado de privaciones simultáneas (intensidad). Adicionalmente, los índices compuestos no admiten realizar el ejercicio de identificación (es decir definir quién es pobre y quien no para el caso del uso en pobreza). Este último punto no es relevante en el estudio de interdependencias municipales para la Sabana de Bogotá realizado por (López Ghio, Ramírez, Rojas, Salazar Echavarría, & Bateman, 2018) puesto que la subregionalización no es un resultado de la aplicación del índice.

Los desarrollos de López Ghio y otros (2018) constituyen un buen punto de partida por al menos dos razones: 1) la discusión temática y la escogencia de dimensiones, variables y fuentes de información son un insumo importante para la construcción del IMIM, y 2) el desarrollo metodológico y la medición de interdependencias a través de flujos son una herramienta potente para la toma de decisiones de política pública.

Para el caso del IMIM aplicable al Atlántico, esta metodología no permite identificar qué municipios deberían o no pertenecer a una región interdependiente, ni la distribución conjunta de las interdependencias (intensidad). Esto lleva a pensar en que para los propósitos del IMIM se debe avanzar hacia una metodología que permita realizar tanto el ejercicio de identificación, así como el ejercicio de agregación para la identificación de interdependencias y la creación de una región interdependiente.

3.2 Evaluación de métodos

Probablemente el área en la que más se han explorado los métodos para la medición de un fenómeno multidimensional ha sido la economía del bienestar, la cual ha usado indicadores multidimensionales para la medición de la pobreza en un sentido más amplio al de los indicadores tradicionales de pobreza monetaria. Así las cosas, es relevante analizar la revisión de métodos para la medición de la pobreza multidimensional hecha por Alkire S. , y otros (2015, capítulo 3.) con el fin de identificar un método multidimensional que se ajuste a los propósitos de este documento.

3.3 Comparación de métodos de pobreza multidimensional

En la tabla 1 se resume la revisión de métodos multidimensionales de pobreza realizada por Alkire et al. (2015). Con base en tres características deseables los autores clasifican 7 métodos multidimensionales de pobreza: tableros de control, índices compuestos, diagramas de Venn, enfoque de dominancia, enfoque estadístico, fuzzy sets y enfoque axiomático. De los siete métodos, solo el enfoque axiomático y los fuzzy sets cumplen con tres características esenciales: permiten reconocer la distribución conjunta de las variables, son eficientes en el proceso de identificación y permiten la agregación en un índice.

Sin embargo, la metodología de fuzzy sets (conjuntos difusos) puede hacer compleja la comunicación de resultados. Este punto es clave para la elección del método de medición del Índice Multidimensional de Interdependencia Municipal-IMIM, dado que uno de los propósitos principales del índice es la toma de decisiones de política pública y la articulación de actores, lo que requiere que el índice sea de fácil comunicación e interpretación. Tomando en cuenta esto se resuelve usar el enfoque axiomático, y más precisamente el método de conteo, para la medición del IMIM.

Tabla 1. Características de los métodos multidimensionales.

Métodos	Distribución conjunta de las privaciones: requiere microdatos	Identificación de los pobres	Único índice cardinal
Tableros de control	No	No	No
Índices compuestos	No	No	Si
Diagramas de Venn	Si	Puede	No
Enfoque de dominancia	Si	Si	No
Enfoque estadístico	Puede	Puede	Puede
Fuzzy sets	Si	Si	Si
Enfoque axiomático (método de conteo)	Si	Si	Si

Fuente: Alkire et al. (2015).

3.4 Método de conteo de Alkire y Foster-AF

La metodología de conteo de Alkire & Foster (2007 y 2011) es un marco general e intuitivo para la medición de la pobreza multidimensional en dos pasos: la identificación de los pobres y la agregación en una medida que satisface un conjunto de axiomas deseables (como la descomponibilidad y la monotonidad). El método de identificación es un intermedio entre el enfoque de unión y el de intersección⁷, en el que se aplica un punto de corte dual para la identificación de las personas en condición de pobreza.

El primer punto de corte es dimensional, y se usa para comparar los desempeños de cada persona i en la dimensión j contra un valor normativo por dimensión (z_j). Se identifican como privados en la dimensión j a las personas con desempeños por debajo del punto de corte dimensional. El segundo punto de corte es general y establece el número mínimo de privaciones que debe acumular una persona para ser identificada como pobre. Así las cosas, son identificadas como pobres las personas que acumulan un conteo de privaciones (c_i) igual o superior al punto de corte de pobreza (k).

Una vez identificado el conjunto de pobres, la metodología AF propone la agregación en un conjunto de medidas de pobreza que son una adaptación de los FGT⁸ al caso multidimensional.

3.5 Metodología de conteo tipo AF para la construcción de un Índice Multidimensional de Interdependencias (IMIM)

Aplicar la metodología de conteo de Alkire y Foster (2007, 2011) al caso de estudio de interdependencias municipales manejado en este documento cumple con algunos atributos deseables como:

- a. Es multidimensional: el fenómeno se presenta en un número variado de dimensiones.
- b. Se presenta entre dos o más municipios.
- c. Es de diferente grado de intensidad.
- d. Es de diferente grado en el número de municipios que involucra y en el número de dimensiones.
- e. Permite hacer descomposiciones por dimensión y por municipio.

Estos atributos son factibles, sin embargo se precisan ciertos ajustes para el caso de la medición de interdependencias municipales que se detallan en esta sección.

⁷ El enfoque de unión identifica a una persona como pobre si presenta privaciones en al menos una dimensión, mientras que en el enfoque de intersección se identifica como pobre a las personas que presentan privaciones en todo el conjunto de dimensiones.

⁸ Al respecto ver (Foster, Greer, & Thorbecke, 1984)

3.6 Definición del fenómeno, conceptualización y notación

Las interdependencias en este estudio son definidas como la relación entre pares de municipios que resulta del intercambio de flujos. Los flujos denotan relaciones en dos sentidos: desde un municipio que expulsa flujos a otro, y desde un municipio que es receptor de esos flujos. Las relaciones de interdependencia se analizan, por lo tanto, en el conteo y agregación de los flujos expulsados y recibidos por un municipio.

Partimos de un universo de N municipios que conforman el territorio de análisis y D dimensiones en las que se presentan relaciones de interdependencia. Para el caso de este estudio se tienen 9 variables ($J = 9$) organizadas en 4 dimensiones ($D = 4$): de movilidad de personas, económica (excedente agrícola, excedente industrial y excedente en servicios transables), de servicios públicos y sociales (salud especializada, educación superior, disposición de residuos y acueducto) y ambiental (áreas protegidas). Los flujos entre pares de municipios se registran en la matriz de flujos de tamaño $(N \times J) \times (N \times J)$, las columnas corresponden a los flujos de salida (FS) y las filas a los flujos de entrada (FE).

Por tratarse de flujos, la diagonal principal no toma valores en vista de que no es posible una relación de interdependencia al interior de un mismo municipio i , por consiguiente se registran ceros en todas las posiciones de la diagonal principal. Cada posición posible de la matriz de flujos corresponde a un flujo (f_{ij}) en la variable j que recibe (o expulsa) el municipio i desde (hacia) otro municipio.

3.7 Identificación

Tomando como insumo la matriz de flujos, el primer paso para la construcción de un indicador multidimensional siguiendo la metodología de conteo de AF es la identificación de los municipios que conforman la subregión interdependiente. Esta identificación se hace en dos etapas: primero se identifican las relaciones de interdependencia dimensional entre pares de municipios y luego se identifican los municipios cuyas relaciones de interdependencia multidimensional son superiores al umbral definido para la subregión.

3.8 Flujos e identificación de interdependencia dimensional: puntos de corte por dimensión/variable⁹

La matriz de flujos contiene toda la información observada sobre intercambios de flujos entre pares de municipios. Sin embargo, no todos los flujos observados (f_{ij}) reflejan necesariamente una relación de interdependencia. La primera decisión normativa que se debe tomar, es fijar los puntos de corte por variable (z_j) contra los que se deben comparar los valores de los flujos para determinar si hay una relación factible de interdependencia.

$$\text{Flujos interdependientes si } f_{ij} > z_j$$

⁹ Note que este análisis se hace en dirección contraria con respecto a la metodología AF para medición de la pobreza multidimensional, en la cual el valor de los logros debe estar por debajo del umbral por variable definido para conformar las privaciones.

Los flujos con valores superiores al punto de corte por variable se registran con su mismo valor en la matriz de flujos interdependientes. Por su parte, los flujos con valores iguales o por debajo del punto de corte se registran con ceros.

Tomando como base la matriz de flujos interdependientes, se construye la matriz de interdependencia que toma valores de 1 o 0 indicando la existencia o no de relaciones de interdependencia entre pares de municipios.

$$\text{Matriz de interdependencia} \begin{cases} 1 & \text{si } f_{ij} > z_j \\ 0 & \text{dlc} \end{cases}$$

La primera etapa de identificación concluye con el conteo de interdependencias por variables para cada municipio y el cálculo del puntaje por municipio. El conteo por variable a nivel municipal se obtiene de sumar las interdependencias de entrada y las interdependencias de salida por variable y municipio de la matriz de unos y ceros ($CT_{ij} = CS_{ij} + CE_{ij}$). Al conteo de interdependencias por variable a nivel municipal se aplica el vector de pesos por variable ($W = w_1, \dots, w_j$) para el cálculo del puntaje por municipio (CT_i).

$$CT_i = w_1 * CT_{i1} + \dots + w_j * CT_{ij}$$

3.9 Identificación de la región interdependiente: punto de corte general (k)

Una vez se calcula el puntaje de interdependencias por municipio CT_i , se pasa a iniciar la segunda etapa del proceso de identificación con la fijación del punto de corte general (k). La fijación del k corresponde a la segunda decisión normativa que se debe tomar y de este valor dependerán los resultados de subregionalización que se obtengan en el ejercicio.

Para identificar los municipios que conforman la subregión se debe comparar el puntaje de interdependencias municipal (CT_i) con el punto de corte general (k), los municipios con un puntaje de interdependencias igual o superior al punto de corte general harán parte de la subregionalización.

$$\text{El municipio } i \text{ hace parte de la subregión si } CT_i \geq k$$

3.10 Agregación

El segundo paso en la aplicación del método AF para la medición multidimensional de interdependencias municipales es la agregación en un indicador que dé cuenta de la incidencia e intensidad de las relaciones de interdependencia en la región. El indicador multidimensional propuesto por Alkire & Foster (2007, 2011) es el índice de recuento ajustado (MO). Sin embargo, los autores presentan una familia de indicadores.

3.11 Indicadores para la medición de interdependencias: incidencia e intensidad

El primer indicador a calcular una vez identificados los municipios que conforman la región interdependiente es el índice de recuento (H), que mide el número de municipios con interdependencias iguales o superiores al punto de corte general (con $CT_i \geq k$) sobre el total de municipios que conforman el territorio ($H = \frac{q}{N}$).

El segundo indicador (A) mide la intensidad de las interdependencias, y es el promedio de interdependencias posibles acumuladas por los municipios que conforman la subregión ($A = \frac{\sum \frac{CT_i(k)}{CT_{iMax}(k)}}{q}$). Este indicador se puede calcular también a nivel municipal, reflejando el promedio de interdependencias posibles acumuladas por cada municipio ($A_i = \frac{CT_i(k)}{CT_{iMax}(k)}$).

3.12 Indicadores adaptados FGT para la medición de interdependencias: incidencia ajustada, brecha ajustada y brecha ajustada al cuadrado.

El primer indicador de la familia FGT propuesto por Alkire & Foster (2007, 2011) es el índice de incidencia ajustada (M0) y resulta del producto entre el índice de incidencia (H) y el índice de intensidad (A).

Los otros dos indicadores de la familia FGT son la brecha ajustada (M1) y la brecha ajustada al cuadrado (M2). El primero es la suma normalizada de las brechas de la región interdependiente, y se obtiene de multiplicar la incidencia (H), la intensidad (A) y la brecha promedio de la región interdependiente (G).

La brecha promedio de la región interdependiente (G) se calcula con la matriz de brechas, cada entrada de la matriz de brecha (g_{ij}) expresa la brecha de cada flujo interdependiente con respecto al punto de corte dimensional definido ($g_{ij} = \frac{f_{ij} - z_j}{z_j}$).

Por su parte, la brecha ajustada al cuadrado es el tercer indicador adaptado de los FGT y se obtiene de multiplicar la incidencia (H) por la intensidad (A) y la severidad (S). La severidad es el promedio de las brechas al cuadrado. La matriz de severidad contiene el cuadrado de las brechas de los flujos interdependientes ($g_{ij}^2 = \left(\frac{f_{ij} - z_j}{z_j}\right)^2$).

3.13 Descomposiciones: por dimensión y por municipio

Una de las propiedades más destacadas de la metodología de conteo de AF es que permite hacer descomposiciones dimensionales del índice de incidencia ajustada. Es decir, la metodología permite identificar el aporte de cada dimensión al M0.

El porcentaje de contribución de cada dimensión a la incidencia ajustada (φ_j), se calcula con la incidencia por dimensión censurada, $H_j(k)$. La incidencia por dimensión censurada es igual al conteo dimensional de interdependencias ($CT_j(k)$) sobre el conteo máximo de interdependencias del territorio ($N \times CT_{iMax}(k)$).

Adicionalmente, la incidencia ajustada también se puede descomponer a nivel municipal. La descomposición por municipio es igual al porcentaje de interdependencias acumuladas por el municipio i del máximo de interdependencias del territorios sobre la incidencia ajustada

$$(\phi_i = \frac{CT_i(k)}{N \times CT_i^{Max(k)}}).$$

3.14 Construcción de variables utilizadas

La multidimensionalidad del índice se sustenta en el uso de cuatro dimensiones involucradas para su construcción y así mismo, éstas se pueden descomponer en nueve variables. A continuación se detalla la fuente de cada una de las variables y un resumen del proceso de transformación del cual fueron objeto para ser consideradas dentro del estudio, que exigía su organización a través de matrices origen destino. El detalle de su construcción y transformación se desarrolla en el anexo Construcción de Variables del Índice Multidimensional de Interdependencias Municipal (IMIM). La siguiente tabla expone dicho resumen:

Tabla 2. Variables utilizadas: Fuente y metodología de construcción

Dimensión	Variable	Fuente	Año	Metodología de cálculo o transformación
Movilidad	Número de personas que trabajan en otro municipio	Censo Ampliado 2005 - DANE Mapa de luces nocturnas de la NASA 2003 y 2016	2005, 2003 y 2016	Se calcula la relación entre el número de personas del municipio i que se desplazan para trabajar en el municipio j respecto al total de personas que trabajan del municipio i
Economía	Excedentes agrícola	Cuentas Nacionales DANE (2015) - Índice de Importancia Económica - Población - Participación sectorial por Municipios de TerriData (DNP,2015)	2015	Se calculan los excedentes sectoriales como la diferencia entre la oferta de valor agregado en el sector (valores en miles de millones de pesos) menos la demanda estimada, ésta última construida como el producto del PIB per cápita departamental por la población total del municipio respectivo. La distribución de los excedentes se realiza haciendo uso de la matriz de pesos en economía.
	Excedentes industriales	Distancias (segundos) entre municipios - Google maps Conmutación laboral - DANE (2005) Densidad económica - Cálculos propios con base en participación del municipio i en el Valor Agregado de la Región de estudio, excluyendo el aporte del municipio i .		

Dimensión	Variable	Fuente	Año	Metodología de cálculo o transformación
	Excedentes de servicios transables	Cuentas Nacionales DANE (2015) - Índice de Importancia Económica - Población - Participación sectorial por Municipios de TerriData (DNP,2015) Distancias (segundos) entre municipios - Google maps Matriz de vecindad entre municipios - Elaboración propia	2015	Se calculan los excedentes sectoriales como la diferencia entre la oferta de valor agregado en el sector (valores en miles de millones de pesos) menos la demanda estimada, ésta última construida como el producto del PIB per cápita departamental por la población total del municipio respectivo. La distribución de los excedentes se realiza haciendo uso de la matriz de pesos en servicios
Servicios públicos y sociales	Educación Superior (Número de estudiantes según lugar de residencia y lugar de estudio)	ICFES (2016) y Proyecciones de población 2016 (DANE)	2016	Se toman las bases del ICFES que relacionan lugar de residencia y lugar de ubicación del programa de educación superior tomado por los estudiantes que presentaron las pruebas Saber PRO y Saber TyT. Se construye una matriz del tipo origen-destino, para finalmente construir una relación que contabiliza el número total de personas que realizaron las pruebas del Saber en 2017 que reside en el municipio i pero que el programa que tomaron de educación superior se recibe

Dimensión	Variable	Fuente	Año	Metodología de cálculo o transformación
				en el municipio j.
	Salud Especializada (número de madres según lugar de residencia y lugar de nacimiento del menor)	Estadísticas vitales (DANE).	2013	Se tomaron el número total de madres gestantes por municipio de la región que se atendieron en salud, obteniéndose de esta manera una matriz origen-destino de las madres gestantes según lugar de residencia hasta el lugar de destino para atenderse en salud. Para el cálculo de estos valores se hizo uso de la información de Estadísticas vitales del DANE, para el año 2013, la cual permite diferenciar lugar de residencia y atención en salud de madres gestantes.
	Acueducto (m3 de agua consumidos)	SIU – Superservicios y Proyecciones de población 2016	2016	Se calcula como la interdependencia que los municipios presentan respecto a la ubicación de la bocatoma del acueducto y del relleno sanitario, en otro municipio. Se cuantifica con el total de la demanda hídrica (m3 de agua consumida) y de residuos sólidos dispuestos (toneladas).
	Disposición de residuos (m3 de residuos sólidos)	ILAC (DANE) - SIU – Superservicios y Proyecciones de población 2015 (DANE)	2015	
Ambiente	M2 de áreas protegidas	RUNAP	2017	Se calcula como el

Dimensión	Variable	Fuente	Año	Metodología de cálculo o transformación
		Distancias (segundos) entre municipios - Google maps		diferencial de área protegida de c/municipio como la oferta respecto a los 15 m2/hab. exigidos por la OMS como la demanda, tal diferencia resulta con la identificación de los excedentes de m2 de áreas protegidas por hab., que termian por distribuirse haciendo uso de la matriz de pesos de servicios.

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

4. RESULTADOS DE ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL DE INTERDEPENDENCIAS MUNICIPALES

La aplicación de la metodología descrita en el **MARCO METODOLÓGICO** implica la definición de dos puntos de corte. El primero es dimensional, zeta (Z), y establece un umbral para el cual se define un valor mínimo de cada uno de los flujos según tipología dimensional de intercambio entre la región que resultan importantes para ser contabilizados. Para la selección de éstos puntos de corte por dimensión, se realizó una mesa de expertos con funcionarios de la Universidad del Norte, con quienes se visibilizó las estadísticas descriptivas de cada dimensión y se optó por un escenario donde los Z tomarán el valor igual a la media de los flujos observados entre pares de municipios más una desviación estándar. De esta manera, los Z para cada dimensión tomaron los valores ilustrados en la tabla tres.

Tabla 3. Puntos de corte por dimensión (Z).

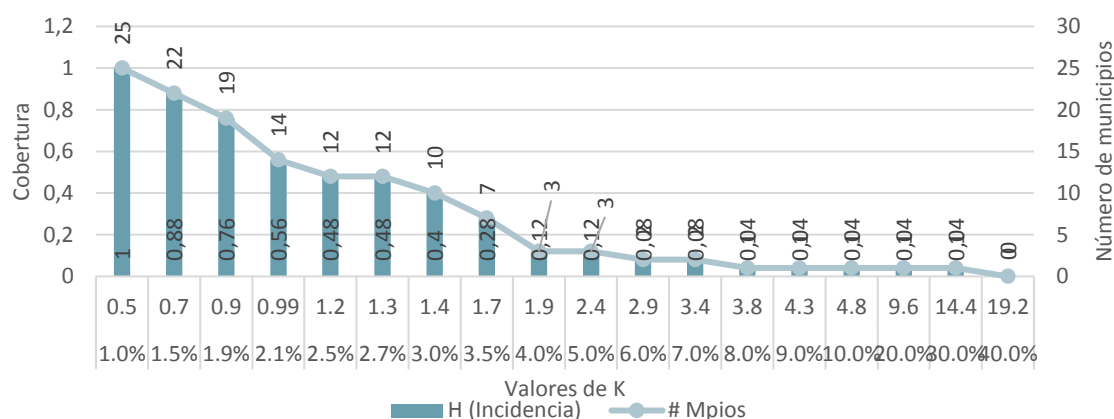
Dimensión	Puntos de corte (Z)
Movilidad	0.05949
Agricultura	0.05611
Industrial	0.02857
Servicios	0.00963
Educación	0.21395
Salud	0.17636
Acueducto	0.16012
Residuos	0.20362
Ambiente	0.00065

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Tales valores, clasifican como flujos interdependientes a todos aquellos flujos que superen el punto de corte definido para cada dimensión, dejando ver que aquellos flujos cuyos valores no igualen o superen tal valor, no demarcan ninguna relación de interdependencia.

A partir de lo anterior, se construye la matriz de ceros y unos para cada variable, donde el flujo toma el valor de uno (1) siempre que supere el Z para esa variable, y de cero (0) cuando sea igual o menor a tal valor. Con esas matrices de ceros y unos, se procede a realizar un conteo de los flujos de salida y entrada, así como flujos totales. Luego de tener esta información, se define el segundo punto de corte, que para los efectos de este estudio, se ha identificado como k, y determina aquellos municipios que conforman la subregión clasificada como interdependiente. Los municipios clasificados como pertenecientes a la subregión son aquellos que acumulan un total de flujos que supera el valor del k seleccionado. El valor de k fue escogido considerando los puntos de inflexión bajo los cuales los niveles de incidencia, es decir los valores de H, mostraban cambios exagerados en el número de municipios que se clasifican dentro de la subregión interdependiente, bajo un escenario donde las nueve (9) variables consideradas en el IMIM tienen el mismo peso.

Gráfico 3. Incidencia de acuerdo a los distintos valores de k.



Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Así las cosas, el valor de k seleccionado conllevó a la selección de dos puntos de corte diferentes, que demarcan un análisis de los resultados para dos subregiones interdependientes: una que concentra un total de 19 municipios, que para efectos del análisis denominaremos subregión interdependiente ampliada; y otra que concentra 10 municipios que nombraremos como subregión interdependiente compacta. Para la primera, el k seleccionado es del 1,9% del máximo de los flujos posibles entre los municipios de la región de estudio, mientras para la segunda el k seleccionado es del 3% del máximo de flujos posibles entre municipios¹⁰.

A continuación se presentan los resultados del Índice Multidimensional de Interdependencias Municipales para el departamento del Atlántico, a nivel agregado y desagregado por variable, para las dos subregiones interdependientes clasificadas: la ampliada y la compacta. Cabe mencionar que el análisis del IMIM y sus variables toma tres categorías para efectos del análisis, que clasifican la intensidad de la interdependencia en baja, media y alta.

4.1 Subregión interdependiente ampliada

De los 25 municipios estudiados, el IMIM ampliado determinó una subregión interdependiente y funcional conformada por 19 municipios. Tal subregión incluye además de los cinco municipios del área metropolitana de Barranquilla, a Tubará, Juan de Acosta, Piojó, Luruaco, Sabanalarga, Ponedera, Candelaria, Palmar de Varela, Santo Tomás, Polonuevo, Baranoa, Usiacurí, Sabanagrande, e incluye a un municipio del Magdalena, como es el caso de Sitionuevo.

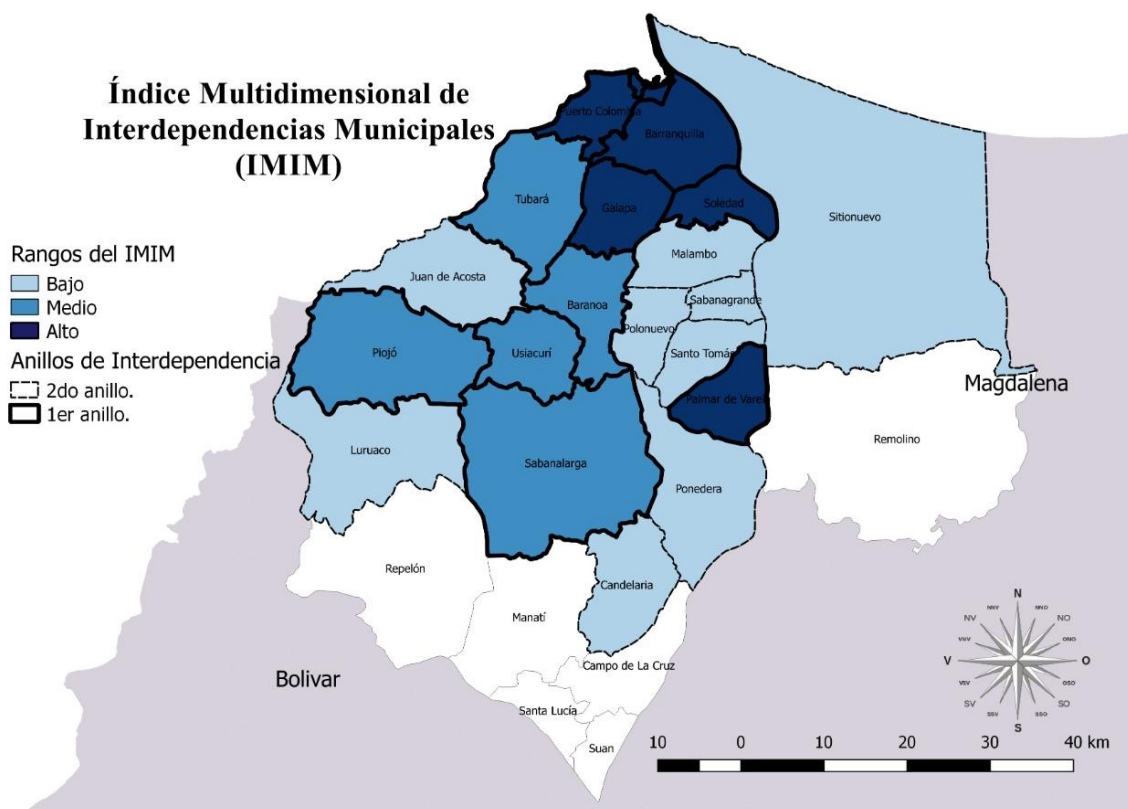
a. IMIM ampliado

Los resultados del índice muestran a los municipios de Barranquilla, Puerto Colombia, Galapa, Soledad y Palmar de Varela con los niveles más altos de acumulación de

¹⁰ El flujo máximo de municipios es de 48 en total, que resulta de $(n-1)*2 = (25-1)*2 = 48$

interdependencias. En el rango medio del IMIM se clasifican los municipios de Baranoa, Usiacurí, Tubará, Piojó y Sabanalarga. Finalmente, en el rango bajo del IMIM se clasifican Sitionuevo, Malambo, Polonuevo, Sabanagrande, Santo Tomás, Ponedera, Candelaria, Luruaco y Juan de Acosta.

Gráfico 4. Mapa del IMIM ampliado.

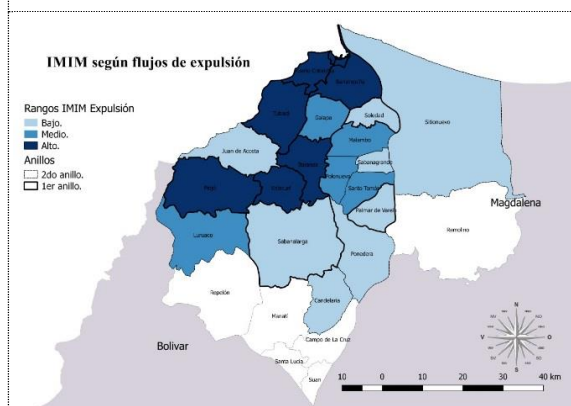


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

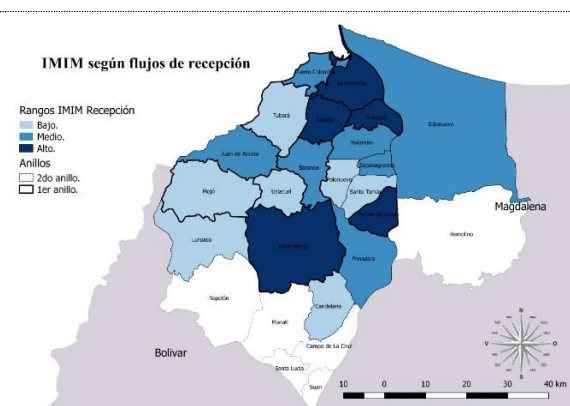
Al visibilizar el IMIM según flujos de expulsión, en su orden, los municipios que mayores flujos envían a otros municipios de la subregión funcional son: Barranquilla, Puerto Colombia, Usiacurí, Tubará, Piojó, y Baranoa. Y por el lado de los flujos de recepción, los municipios que mayor presión o demanda por bienes o servicios reciben de otros municipios son: Barranquilla, Palmar de Varela, Soledad, Galapa y Sabanalarga.

Gráfico 5. Mapas de IMIM desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM



Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Bajo esta propuesta de subregionalización funcional ampliada, ninguno de los municipios inicialmente agrupados bajo la metodología de territorios funcionales del Sistema de Ciudades del DNP queda excluido de la nueva propuesta de subregionalización que contempla un carácter multidimensional de la funcionalidad. Por el contrario, ambas aproximaciones guardan continuidad geográfica entre los municipios pertenecientes a la aglomeración.

Tabla 4. Subregionalización del sistema de ciudades e IMIM ampliado.

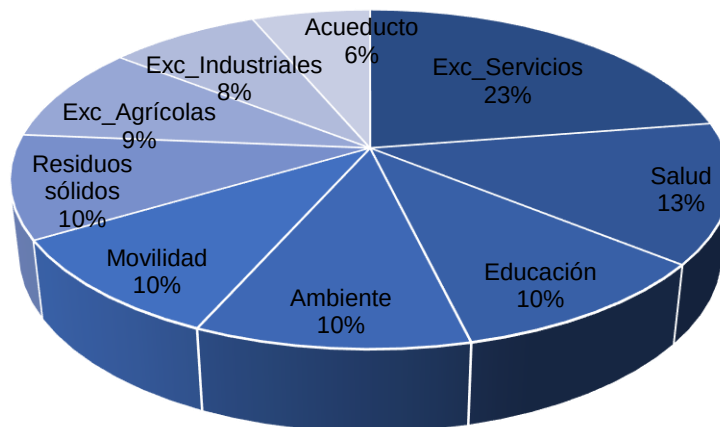
Municipio	Aglomeración Sist. Ciudades	Aglomeración IMIM ampliado
Barranquilla	Centro aglomeración	Subregión ampliada
Baranoa	En aglomeración	Subregión ampliada
Candelaria		Subregión ampliada
Galapa	En aglomeración	Subregión ampliada
Juan de Acosta		Subregión ampliada
Luruaco		Subregión ampliada
Malambo	En aglomeración	Subregión ampliada
Palmar de Varela	En aglomeración	Subregión ampliada
Piojó		Subregión ampliada
Polonuevo	En aglomeración	Subregión ampliada
Ponedera	En aglomeración	Subregión ampliada
Puerto Colombia	En aglomeración	Subregión ampliada
Sabanagrande	En aglomeración	Subregión ampliada
Sabanalarga	En aglomeración	Subregión ampliada
Santo Tomás	En aglomeración	Subregión ampliada
Soledad	En aglomeración	Subregión ampliada
Tubará	En aglomeración	Subregión ampliada
Usiacurí	En aglomeración	Subregión ampliada
Sitionuevo	En aglomeración	Subregión ampliada

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

El valor que toma el IMIM con un k igual a 1,9%, es de 0.04271, lo cual es el producto de la incidencia (H) igual a 0,76 y el índice de intensidad (A) igual a 0.05620.

Adicionalmente, los resultados del IMIM permiten visualizar el nivel de contribución de cada variable y de cada municipio al valor definitivo del índice, tal indicador se denomina gamma (ϕ), y mide el nivel de contribución al valor del IMIM (Mo). De esta manera, se observa que la variable con mayor contribución al valor del índice es el intercambio de excedentes de servicios transables, lo cual se relaciona principalmente al alto peso de esta gran rama de actividad en la economía de la mayoría de los municipios del departamento. En segundo lugar, el mayor peso lo muestran las interdependencias por los servicios de salud, dado el alto flujo de madres gestantes que se movilizan para atenderse en salud en municipios diferentes a su lugar de residencia. En tercer lugar se ubican las interdependencias por los servicios de educación, donde todos los municipios muestran intercambios principalmente hacia Barranquilla. Seguidamente, destacan en términos de su contribución las interdependencias ambientales dado que la mayoría de los municipios, y en especial la ciudad capital, evidencian déficit de áreas verdes dentro de sus territorios jurisdiccionales. Por lo cual existe un flujo entre todos los municipios desde aquellos que tienen las áreas protegidas hacia aquellos que no las tienen.

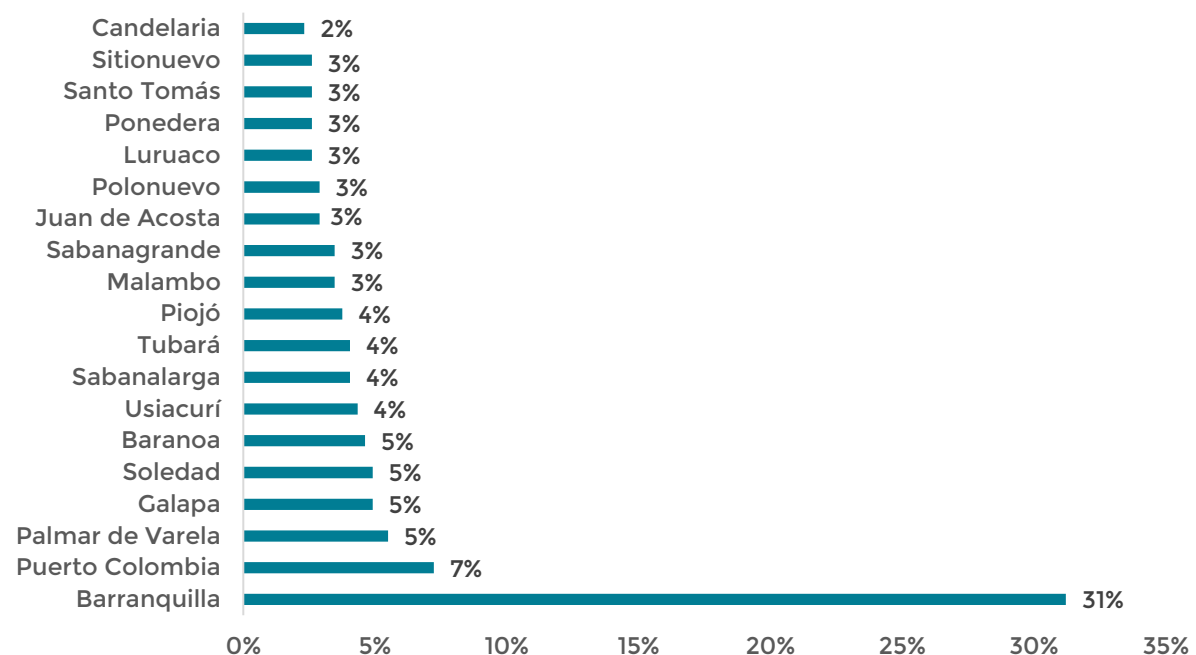
Gráfico 6. Contribución de las variables en el IMIM (Mo).



Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Por otro lado, los resultados del IMIM permiten visibilizar el nivel de contribución de los municipios de la subregión interdependiente ampliada sobre el valor del índice (Mo), dejando ver a Barranquilla, como el municipio con mayor contribución al intercambio de flujos entre los distintos pares de municipios de la subregión funcional ampliada. Luego siguen según nivel de contribución, los municipios de: Puerto Colombia (7%), Palmar de Varela (5%), Galapa (5%), Soledad (5%) y Baranoa (5%). Éstos 6 municipios contribuyen con el 58% del valor del Índice, los restantes 13 municipios explican el 42% del Mo .

Gráfico 7. Contribución de los municipios al IMIM (Mo).

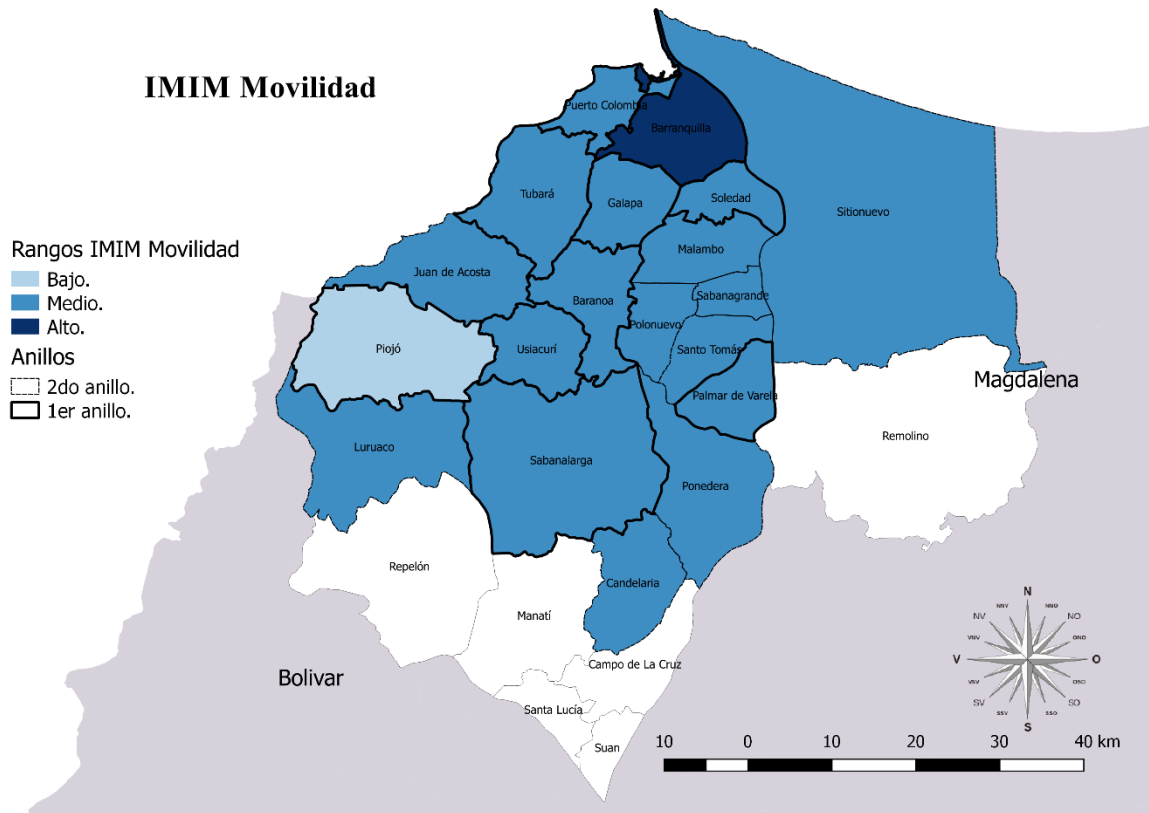


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

b. IMIM de movilidad de personas

En materia del flujo de personas entre los municipios de la región interdependiente, los niveles más altos del índice los obtiene Barranquilla debido a la gran atracción de mano obra que genera para las personas residentes en los municipios del área de estudio. En la categoría de niveles medios de interdependencia en movilidad se clasifican los municipios de Baranoa, Candelaria, Galapa, Juan de Acosta, Luruaco, Malambo, Palmar de Varela, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Sabanagrande, Sabanalarga, Santo Tomás, Soledad, Tubará, Usiacurí y Sitionuevo. Por último, con niveles bajos de interdependencia en movilidad se clasifica al municipio de Piojó, el cual cuenta con escasa población ocupada, que además se ocupa en actividades dentro del mismo municipio.

Gráfico 8. Mapa del IMIM: Movilidad.

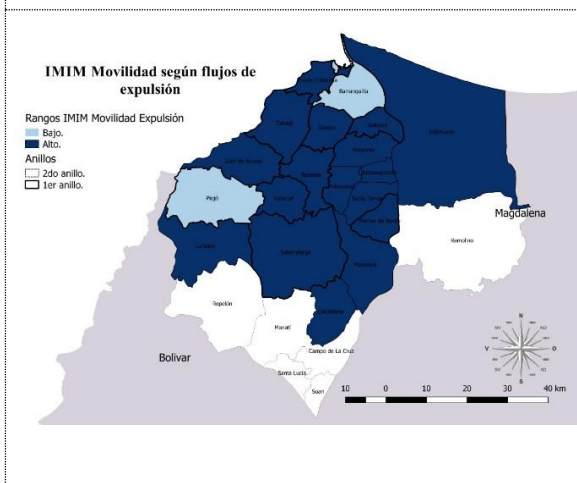


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

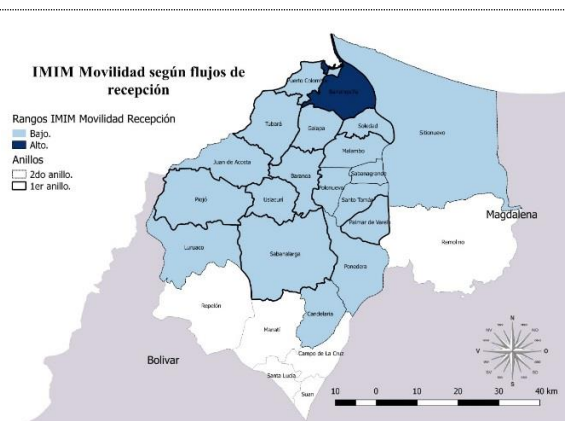
El análisis desagregado por flujos de expulsión y flujos de recepción permite identificar cómo todos los municipios de la subregión interdependiente ampliada expulsan flujos de movilidad hacia otros municipios de la subregión con excepción de Barranquilla y Píojó, que muestran bajos niveles en este índice. Sin embargo, por el lado de los flujos de recepción resalta de manera exclusiva Barranquilla, como el centro de atracción de la mano de obra de los otros municipios.

Gráfico 9. Mapas de IMIM movilidad desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM movilidad



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM movilidad

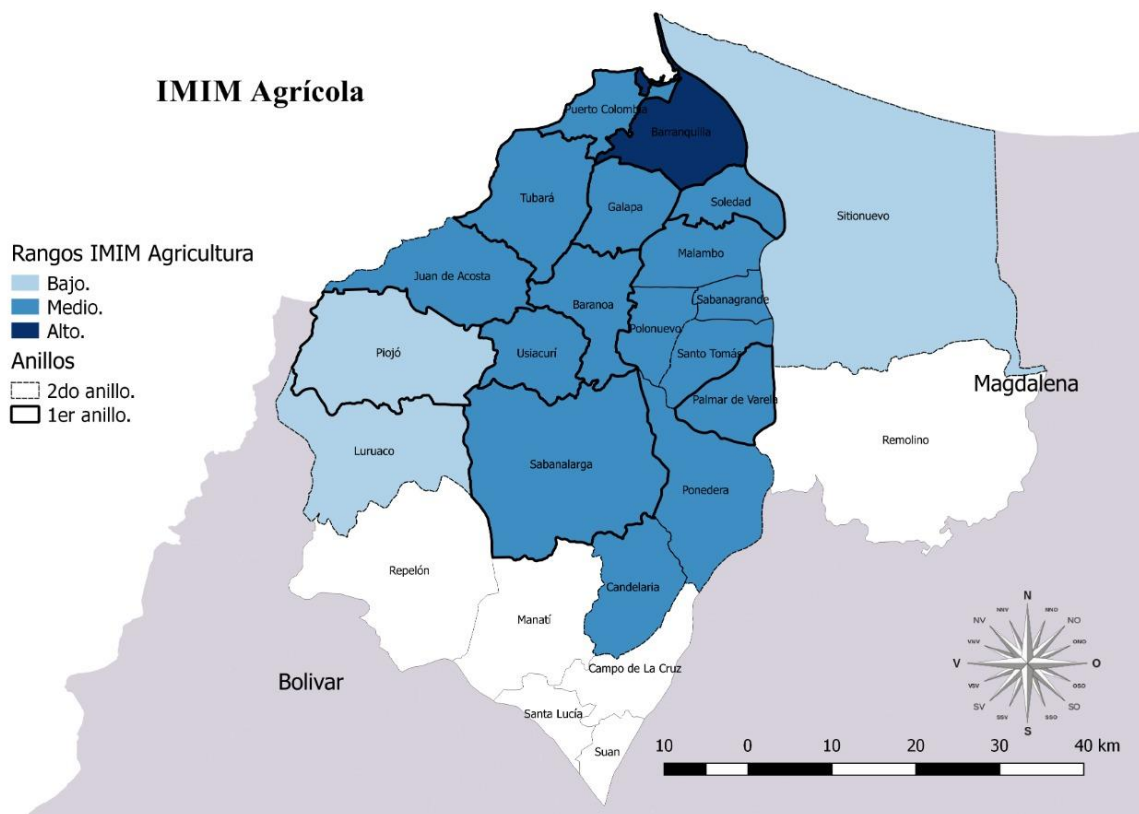


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

c. IMIM de economía – Excedentes agrícolas

En el ámbito económico, el intercambio de los bienes agrícolas entre pares de municipios se presenta de manera más intensa en Barranquilla, hecho explicado en gran parte por la alta dependencia de bienes agrícolas que presenta este municipio del resto de municipios con excedentes en el sector primario. Le siguen con un nivel de IMIM en el rango medio de excedentes agrícolas, los municipios de Soledad, Polonuevo, Puerto Colombia, Tubará, Galapa, Baranoa, Malambo, Sabanagrande, Palmar de Varela, Ponedera, Candelaria, Usiacurí, Sabanalarga, Santo Tomás y Juan de Acosta. Por último, el rango más bajo del IMIM en el sector agrícola lo obtienen Píojó, Sitionuevo y Luruaco. Es importante destacar que esta interdependencia refleja el flujo de intercambios para la adquisición de productos primarios, la cual se presenta entre la mayoría de los municipios de la subregión interdependiente dado que todos aquellos con excedentes los ofrecen para aquellos que tienen déficit en la producción de estos bienes (supuesto de economía cerrada).

Gráfico 10. Mapa del IMIM: Excedentes agrícolas.



Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

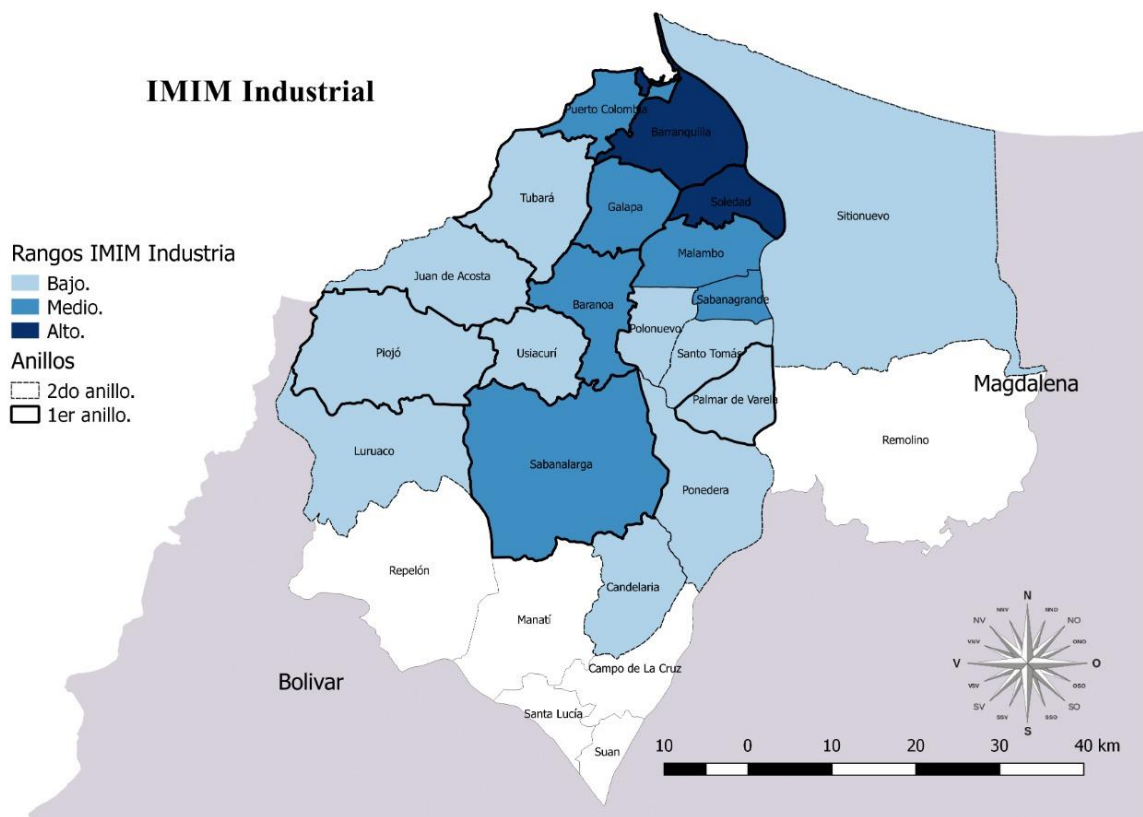
Los flujos de expulsión que se clasifican de alta intensidad se observan para los municipios de Polonuevo y Santo Tomás; mientras Barranquilla, Luruaco, Piojó, Sitionuevo y Soledad no presentan altos niveles flujos de expulsión de excedentes agrícolas. Con relación a los flujos de recepción, es Barranquilla el municipio que mayor número de flujos recibe de los otros municipios. Lo anterior debido a la alta demanda por estos bienes en la ciudad capital que además concentran un alto número de habitantes y cuyo sector primario es insignificante dentro de su estructura productiva.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM agrícola Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM agrícola



En la variable de excedentes industriales se observa que la mayoría de los municipios se clasifican en el rango bajo. En el rango medio se ubican Sabanagrande, Puerto Colombia, Galapa, Malambo, Baranoa y Sabanalarga, mientras que Barranquilla y Soledad, clasifican en el rango alto. Lo anterior denota un alto nivel de concentración de los excedentes industriales en dos de los municipios del área metropolitana.

Gráfico 12. Mapa del IMIM: Excedentes industriales



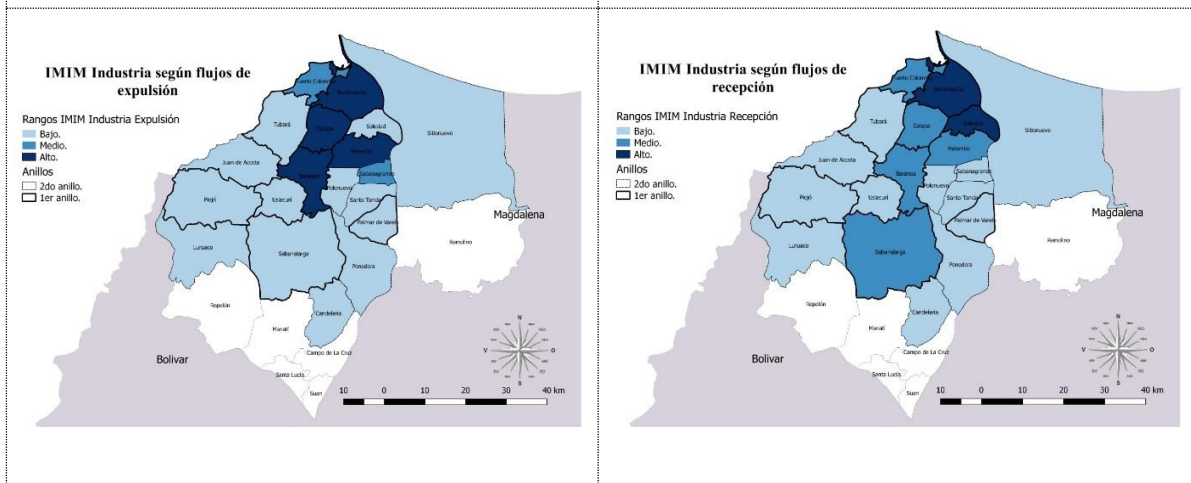
Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Respecto a los flujos de expulsión de los excedentes industriales sobresalen los municipios de Barranquilla, Baranoa, Galapa y Malambo, que son los polos industriales más importantes del departamento. No obstante, Barranquilla y Soledad, evidencian la más amplia recepción de excedentes industriales para satisfacer su variada demanda interna por bienes del sector secundario.

Gráfico 13. Mapas de IMIM excedentes industriales desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM industriales

Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM industriales

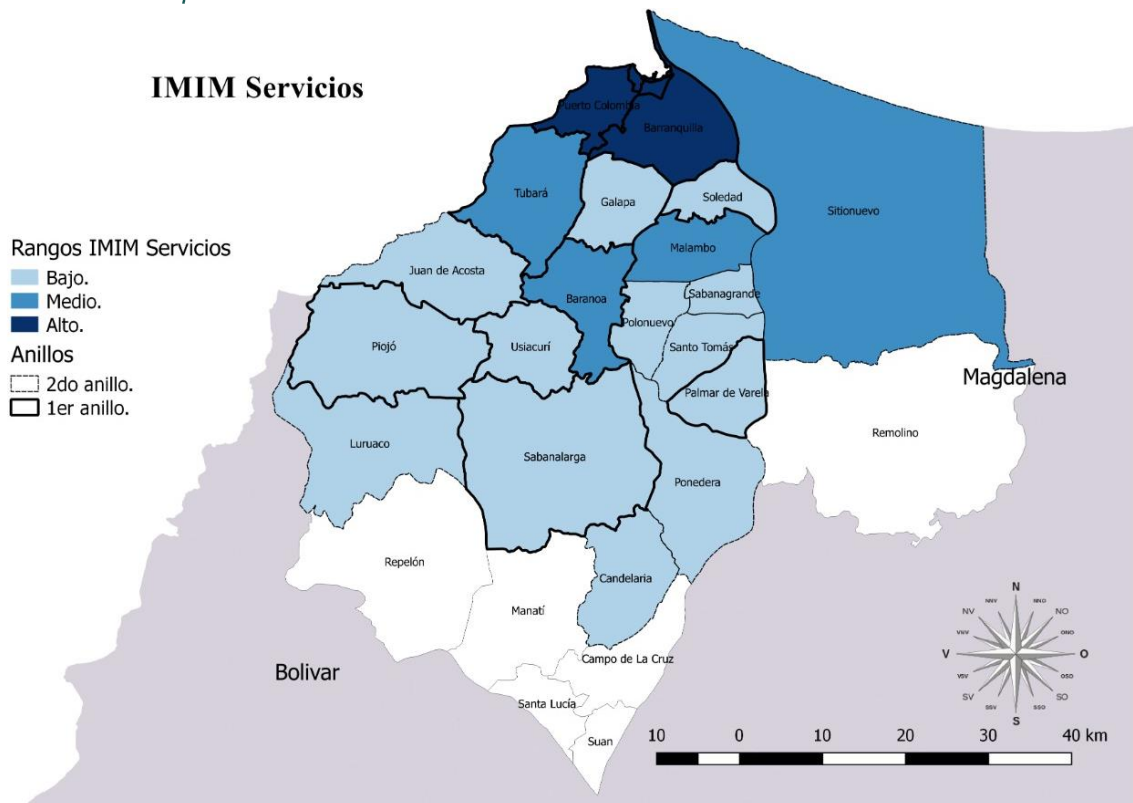


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

e. IMIM de economía - Excedentes de servicios transables

Por su parte, la mayoría de los municipios de la región acumulan un nivel bajo de interdependencias de servicios transables. En el rango medio, destacan Baranóa, Tubará, Malambo y Sitionuevo. Y en el rango alto se clasifica a Barranquilla y Puerto Colombia, éste último con una fuerte vocación turística.

Gráfico 14. Mapa del IMIM: Excedentes servicios transables

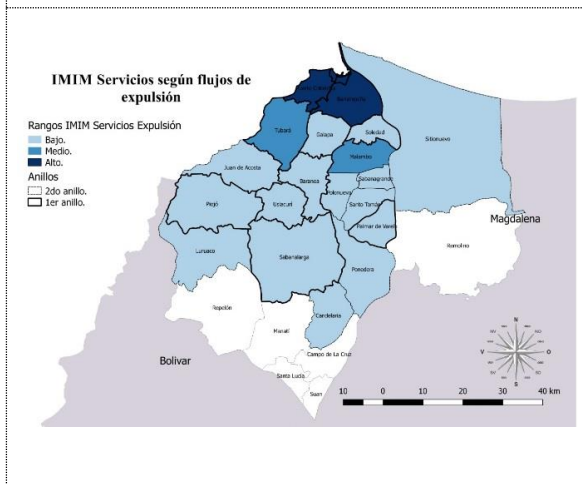


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

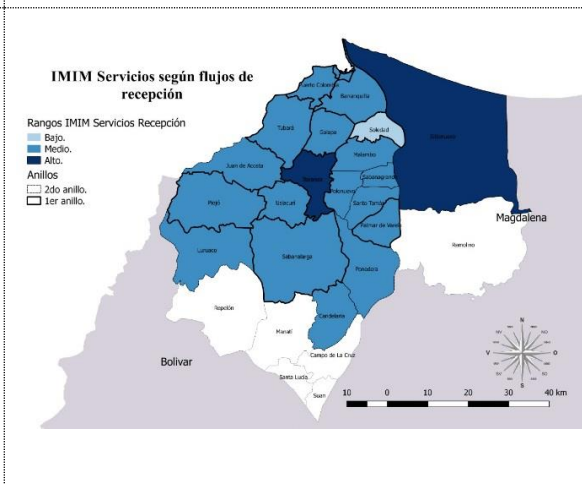
La desagregación de los flujos de expulsión y recepción para la distribución de los excedentes que se generan en el sector terciario de la subregión funcional, muestran que Barranquilla y Puerto Colombia son los que más expulsan flujos, mientras que Baranoa y Sitionuevo, son los que más reciben flujos, considerando que tienen los mayores déficits por estos productos.

Gráfico 15. Mapas de IMIM excedentes de servicios transables desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM de servicios



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM de servicios

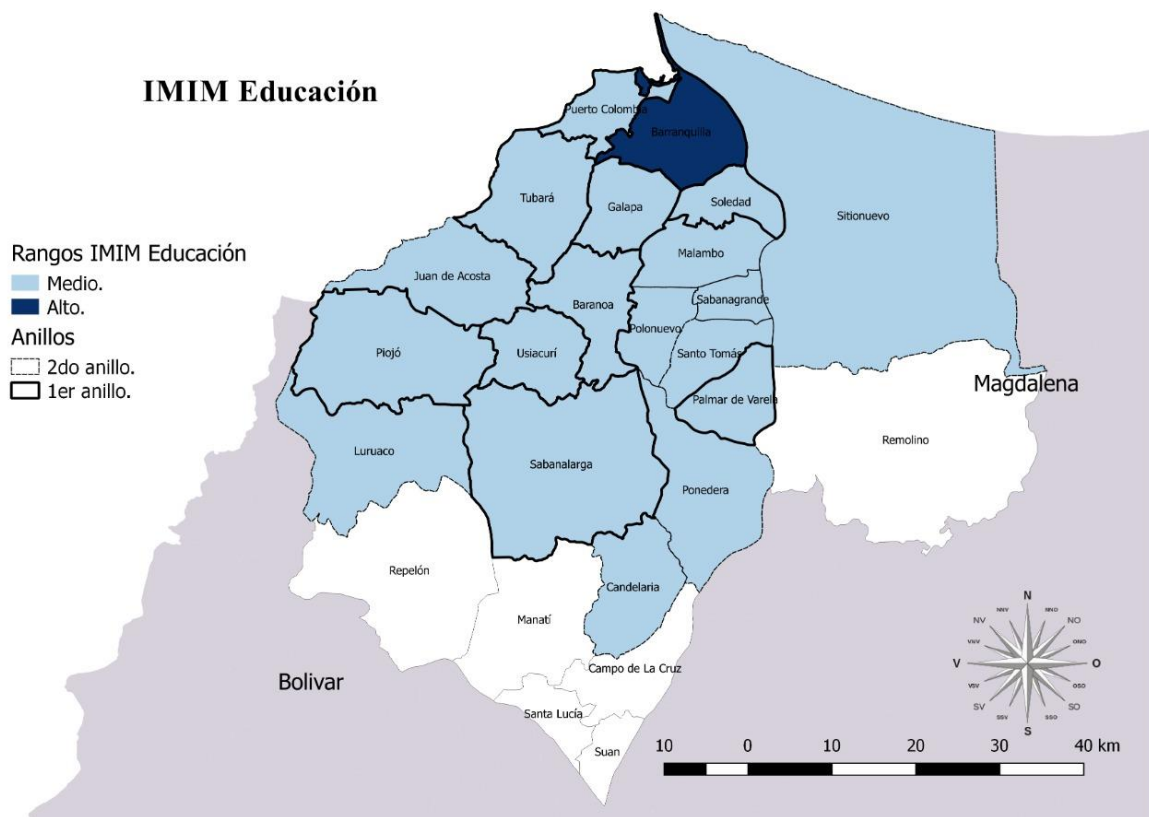


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

f. IMIM de servicios sociales y públicos – Educación

Las interdependencias en los servicios de educación terciaria muestran niveles medios para la mayoría de los municipios. Barranquilla, se destaca de manera exclusiva como el municipio con la mayor interdependencia en educación terciaria, entendiendo que la mayoría de instituciones que ofrecen estos servicios se ubican en la ciudad capital del departamento. Así mismo, ningún municipio de la región interdependiente se clasifica con niveles bajos en esta interdependencia debido a que la totalidad de los municipios movilizan flujos de expulsión o recepción en esta variable.

Gráfico 16. Mapa del IMIM: Educación



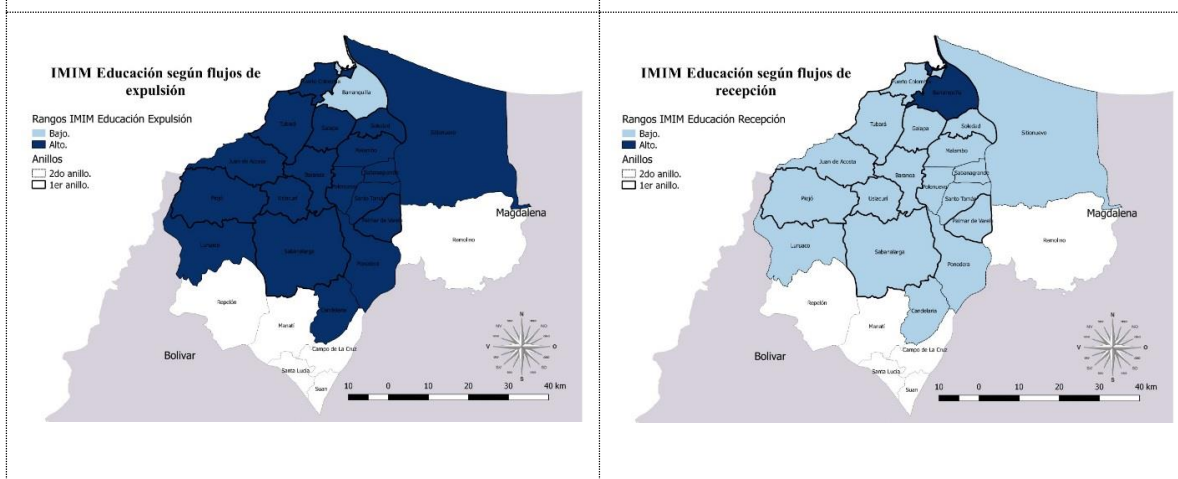
Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Para todos los municipios de la subregión funcional, con excepción de Barranquilla, se identifican altos niveles de expulsión de flujos por servicios educativos. Barranquilla, es el único municipio que se destaca por el lado de los flujos de recepción. Para esta variable en particular, los flujos de recepción son el complemento de los flujos de expulsión, dado que todos los municipios redireccionan de manera importante su demanda educativa hacia Barranquilla, lugar en donde se concentra la mayor oferta de instituciones de educación superior.

Gráfico 17. Mapas de IMIM educación desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM educación

Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM educación

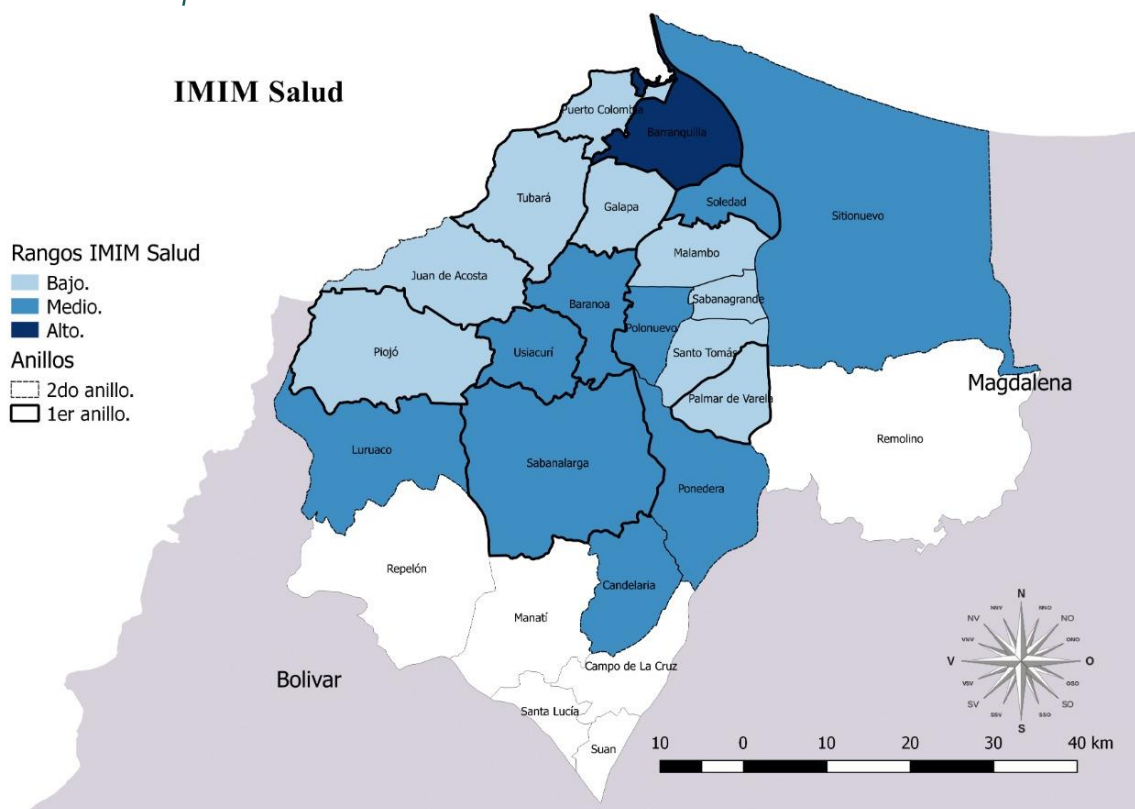


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

g. IMIM de servicios sociales y públicos - Salud

Los resultados del índice para las interdependencias en salud clasifican al municipio de Barranquilla con nivel alto, principalmente por concentrar gran parte de los establecimientos de atención salud de la subregión interdependiente. En nivel medio se clasifican los municipios de Baranoa, Sabanalarga, Sitionuevo, Soledad, Polonuevo, Usiacurí, Luruaco, Ponedera y Candelaria por el tamaño de los flujos de personas expulsadas de sus municipios para atenderse en este servicio fuera de sus lugares de residencia. Finalmente, en la categoría de bajo se referencian los restantes nueve (9) municipios.

Gráfico 18. Mapa del IMIM: Salud



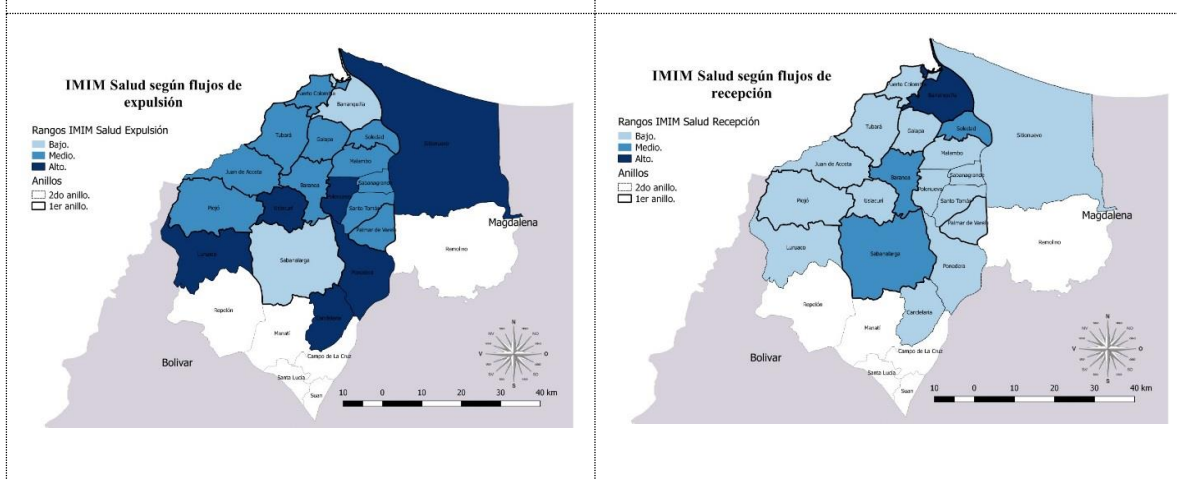
Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Las interdependencias en flujos de expulsión de la variable salud muestran a Candelaria, Luruaco, Polonuevo, Ponedera, Usiacurí y Sitionuevo como los municipios con mayor proporción de madres gestantes que se atienden fuera de su lugar de residencia. Por el lado, de los flujos de recepción, Barranquilla de manera significativa atiende la demanda por servicios de salud que proviene de los otros municipios de la subregión interdependiente.

Gráfico 19. Mapas de IMIM salud desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM salud

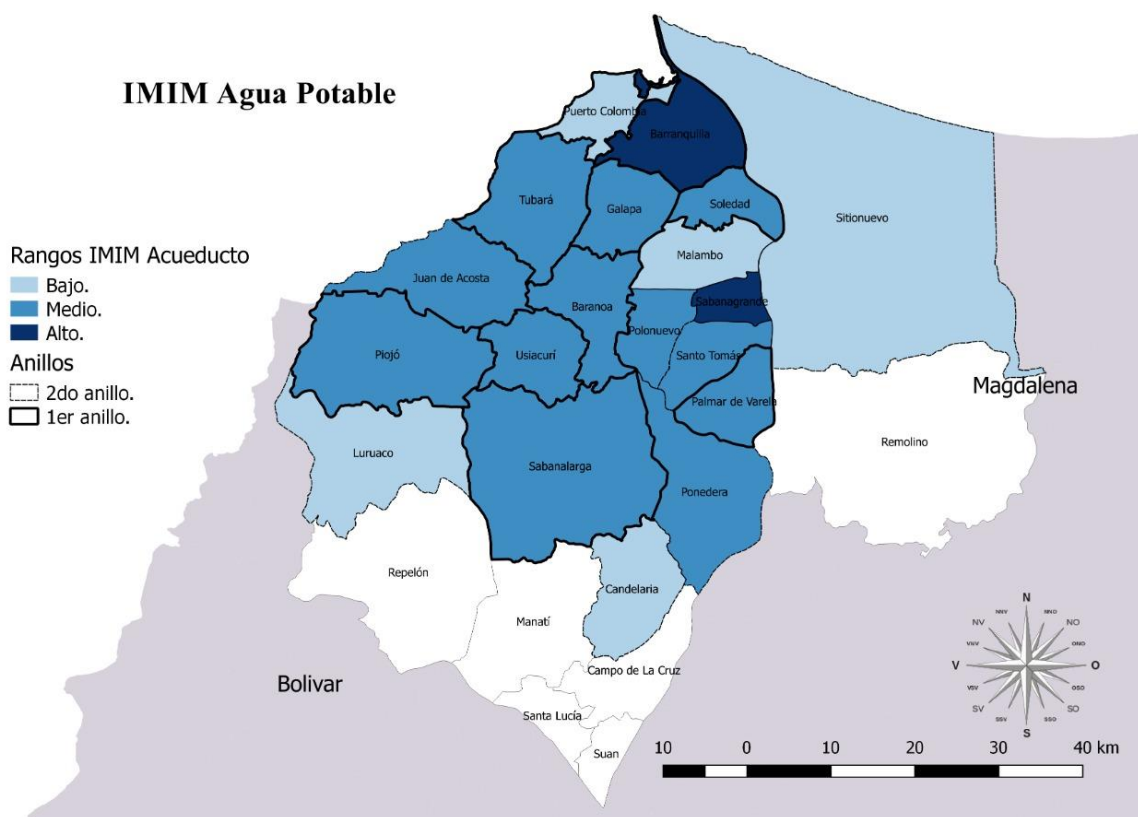
Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM salud



h. IMIM de servicios sociales y públicos – Agua potable

En IMIM para las relaciones vinculadas con el suministro de agua potable ilustra niveles altos para Barranquilla y Sabanagrande. Siendo Barranquilla el municipio con mayores flujos de interdependencia observados en esta variable dado que sus plantas de tratamientos abastecen a cinco (5) municipios de la región interdependiente. En los niveles medios de intercambio de flujos se clasifican el resto de los municipios, con excepción de Sitionuevo, Candelaria, Malambo, Puerto Colombia y Luruaco que están el rango bajo del índice para agua potable.

Gráfico 20. Mapa del IMIM: Agua potable



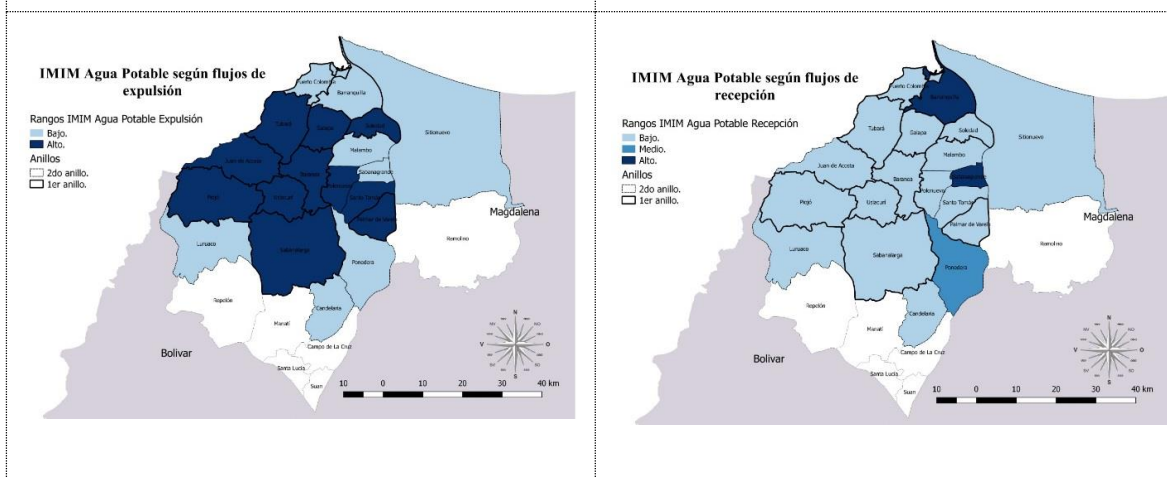
Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

La interdependencia generada por la provisión del servicio de agua potable está concentrada por el lado de los flujos de expulsión en Baranoa, Galepa, Juan de Acosta, Palmar de Varela, Piojó, Polonuevo, Sabanalarga, Santo Tomás, Soledad, Tubará y Utiacurí, los cuales demandan parcial o totalmente el suministro de agua de otros municipios. En contraparte, los municipios que reciben la mayoría de los flujos por demanda de agua son Barranquilla y Sabanagrande, el primero principalmente por ubicar en su jurisdicción varias plantas de tratamiento con las que abastece de este servicio a otros siete (7) municipios de la subregión interdependiente.

Gráfico 21. Mapas de IMIM agua potable desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM agua

Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM agua

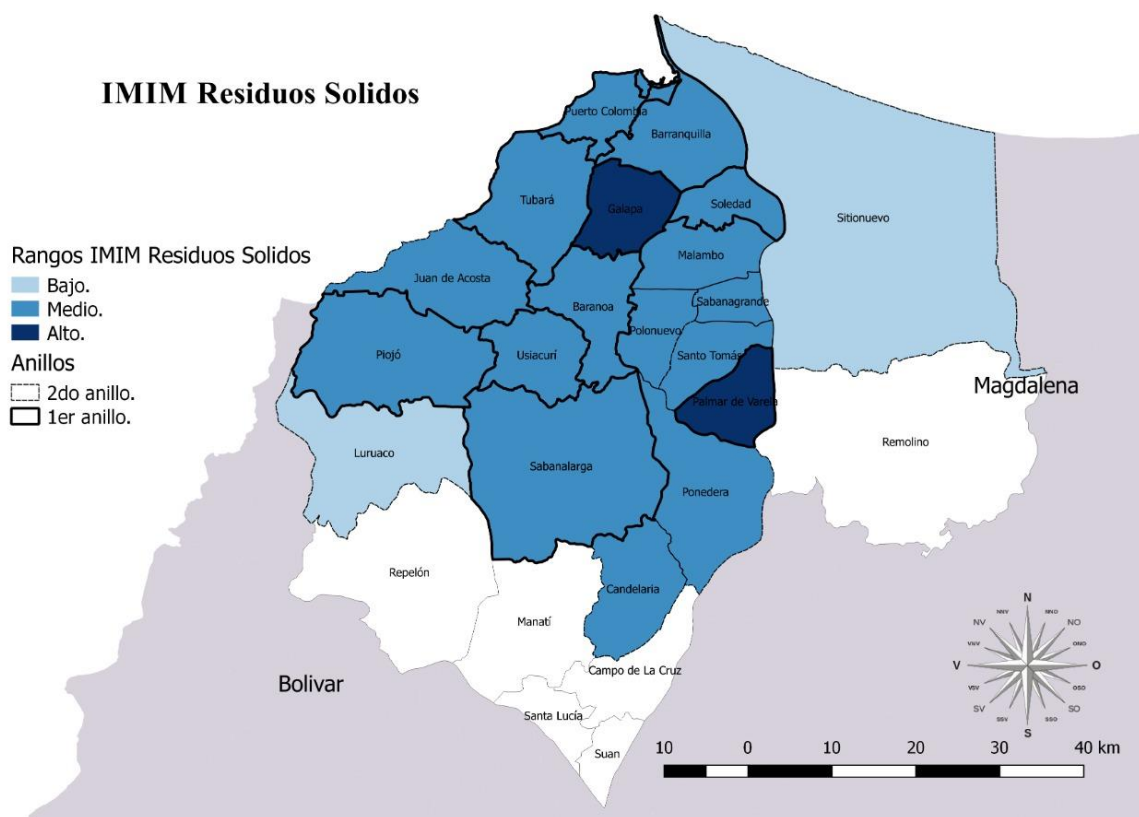


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

i. IMIM de servicios sociales y públicos – Residuos sólidos

Las interdependencias en residuos sólidos para los diecinueve (19) municipios de la región interdependiente ampliada se concentran en los municipios poseedores de los principales rellenos sanitarios del departamento, como es el caso de: Palmar de Varela, y Galapa. En nivel intermedio se clasifica a los municipios de Baranoa, Tubará, Barranquilla, Candelaria, Juan de Acosta, Malambo, Piojó, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Sabanagrande, Sabanalarga, Santo Tomás, Soledad, y Usiacurí. Tubará destaca porque debido a que no cuenta con un relleno sanitario en su territorio muestra flujos de salida de sus residuos sólidos hacia tres de los rellenos sanitarios ubicados en la región interdependiente. De forma similar, Barranquilla dispone la mayor parte de sus residuos sólidos en el relleno sanitario del Parque Ambiental Los Pocitos, ubicado en la jurisdicción de Galapa. Los dos municipios restantes: Luruaco y Sitionuevo, se clasifican en el nivel bajo de interdependencias en disposición de residuos sólidos.

Gráfico 22. Mapa del IMIM: Residuos sólidos

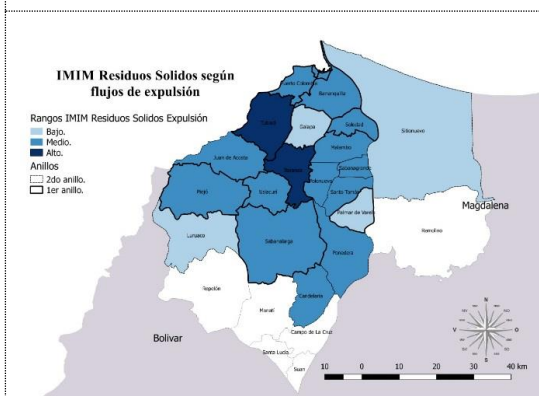


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

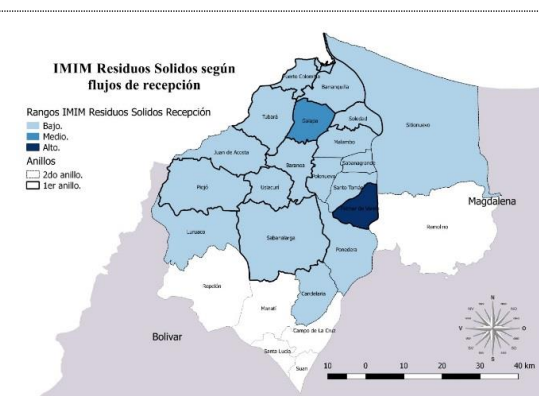
En la provisión de servicios para la disposición de residuos, Baranoa y Tubará, son los municipios con los mayores flujos de expulsión. Se resaltan también las interdependencias por los flujos de recepción para Palmar de Varela, que provee de este servicio a 14 de los 19 municipios pertenecientes a la subregión interdependiente ampliada.

Gráfico 23. Mapas de IMIM residuos sólidos desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM residuos sólidos



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM residuos sólidos



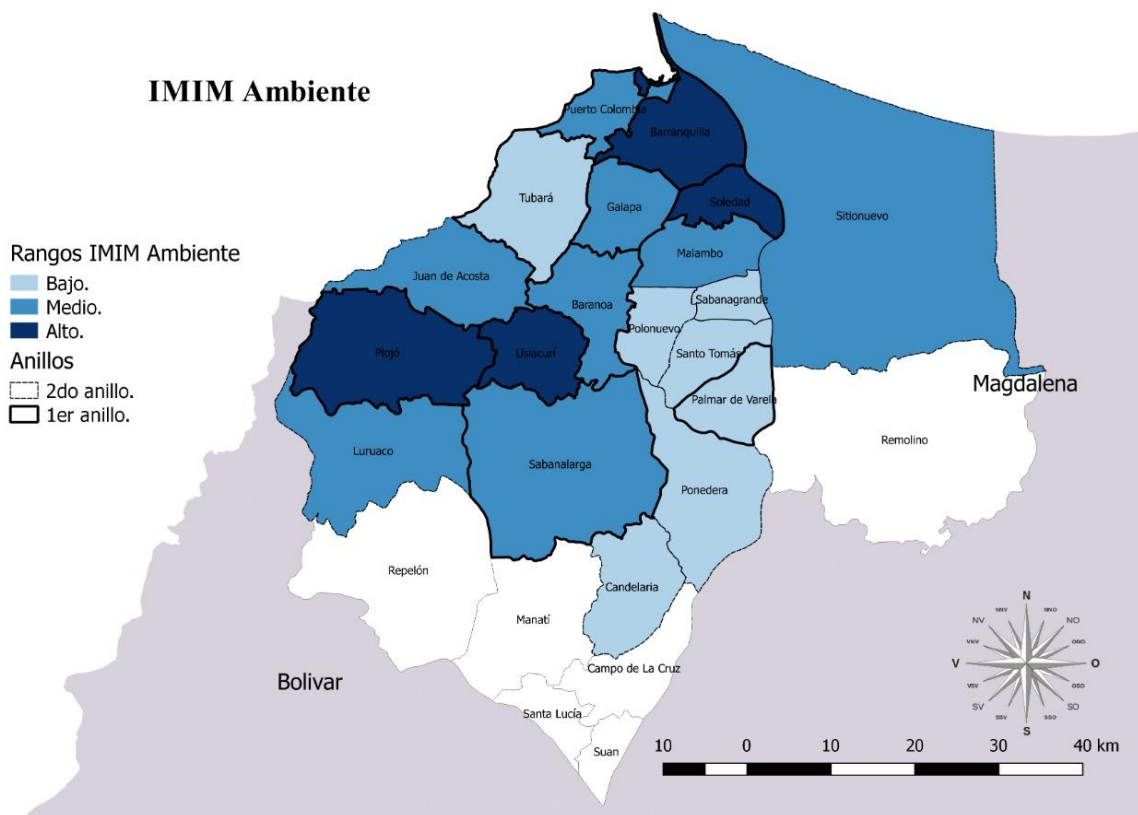
Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

j. IMIM de servicios ambientales

Los resultados del IMIM en el área ambiental, referente a la demanda de áreas verdes protegidas, muestran a los municipios de Piojó, Usiacurí, Barranquilla y Soledad con el mayor grado de interdependencias. Es decir, estos municipios ostentan el mayor número de flujos expulsados o recibidos en materia ambiental.

Como municipios con intensidad media en la interdependencia ambiental encontramos a Luruaco, Sabanalarga Sitionuevo, Puerto Colombia, Galapa, Malambo, Baranoa y Juan de Acosta. Por último, los municipios de Palmar de Varela, Ponedera, Candelaria, Santo Tomás, Polonuevo, Sabanagrande y Tubará se caracterizan por contar con pocos flujos de interdependencia ambiental con el resto del territorio interdependiente. La intensidad de los flujos interdependientes en el área ambiental se marca claramente por la ubicación de las áreas protegidas al interior de los municipios de estudio, de ahí que los municipios de Piojó y Usiacurí presenten las interdependencias más altas. Cabe resaltar que aunque las áreas protegidas de estos dos municipios no son las más grandes en extensión, sí son más asequibles para los municipios del estudio debido a las conexiones viales existentes.

Gráfico 24. Mapa del IMIM: Ambiente

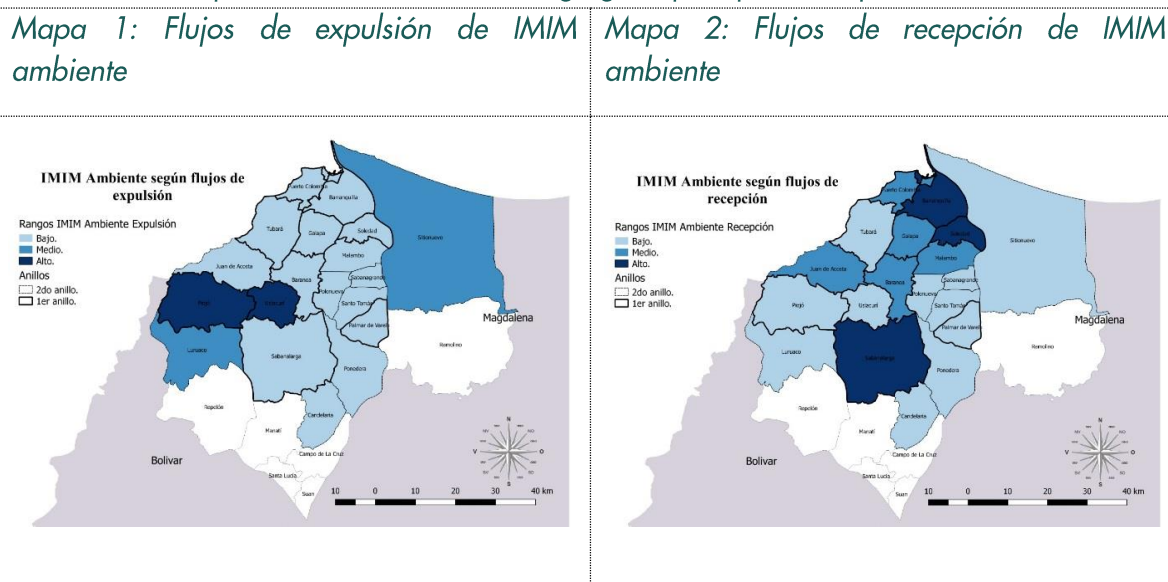


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

En el caso de la interdependencia en los flujos de expulsión de los servicios ambientales o ecosistémicos, sobresalen los municipios de Piojó y Usiacurí, los cuales cuentan con una amplia oferta de áreas protegidas que ofrecen a los demás municipios con déficit de áreas

ambientales. Ahora bien, los municipios con mayores flujos de recepción de áreas protegidas son aquellos con los mayores déficits entre los cuales están: Barranquilla, Sabanalarga y Soledad.

Gráfico 25. Mapas de IMIM ambiente desagregado por tipos de flujos.



Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

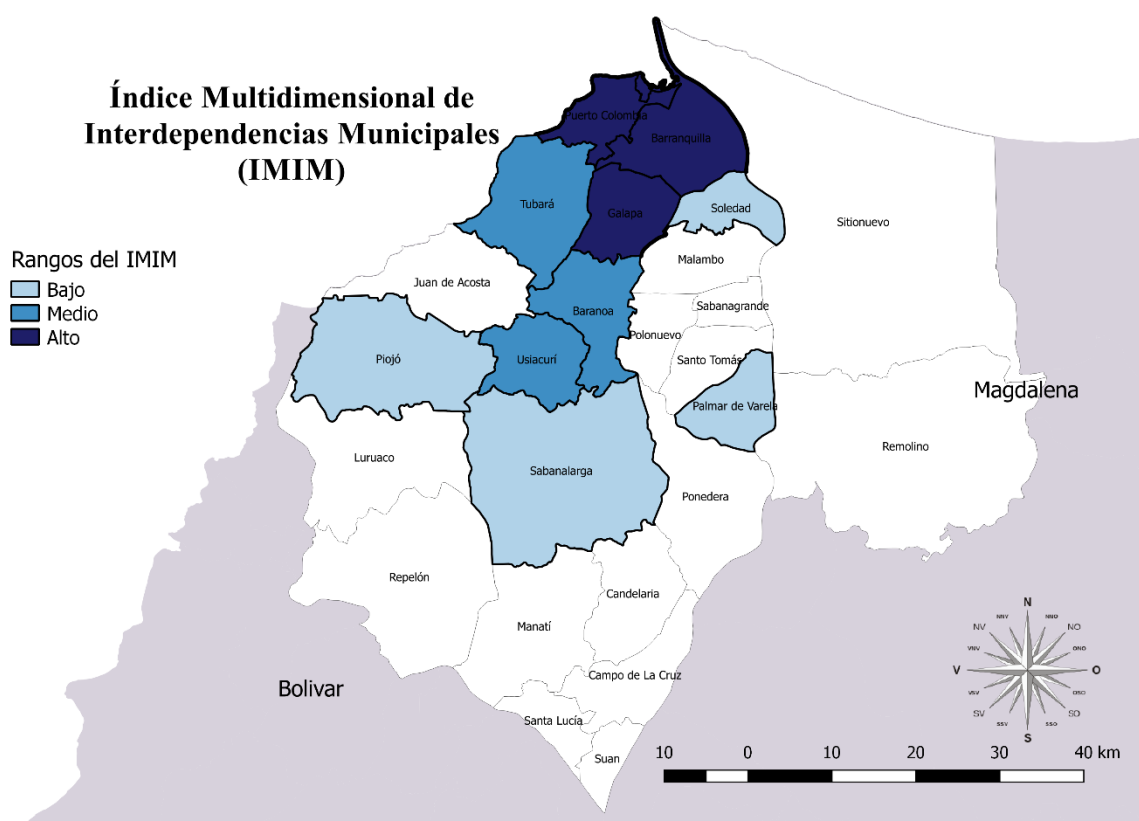
4.2 Subregión interdependiente compacta

De los 25 municipios estudiados, el IMIM compacto determinó una subregión interdependiente y funcional conformada por 10 municipios. Tal subregión incluye a los municipios de Barranquilla, Soledad, Puerto Colombia, Galapa, Tubará, Piojó, Sabanalarga, Palmar de Varela, Baranoa, y Usiacurí.

a. IMIM compacto

Los resultados del índice muestran al municipio de Barranquilla, Puerto Colombia, y Galapa, con los niveles más altos de interdependencia de acuerdo a las relaciones multidimensionales de interdependencias acumuladas. En el rango medio del IMIM se clasifican los municipios de Baranoa, Tubará y Usiacurí. Finalmente, en el rango bajo del IMIM se clasifican Palmar de Varela, Piojó, Sabanalarga y Soledad.

Gráfico 26. Mapa del IMIM compacto.



Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Bajo esta propuesta de subregionalización funcional compacta, se encuentra que los municipios de Malambo, Polonuevo, Ponedera, Sabanagrande, Santo Tomás y Sitionuevo pertenecientes al territorio funcional del Sistema de Ciudades del DNP, son excluidos de la nueva propuesta de subregionalización compacta. Así mismo, el municipio de Píojo es el único que se clasifica en la aglomeración definida por el IMIM compacto que no se clasifica en la aglomeración del sistema de ciudades.

Tabla 5. Subregionalización del sistema de ciudades e IMIM compacto.

Municipio	Aglomeración Sist. Ciudades	Aglomeración IMIM compacto
Barranquilla	Centro aglomeración	Subregión ampliada
Baranoa	En aglomeración	Subregión ampliada
Candelaria		
Galapa	En aglomeración	Subregión ampliada
Juan de Acosta		
Luruaco		
Malambo	En aglomeración	
Palmar de Varela	En aglomeración	Subregión ampliada
Píojo		Subregión compacta
Polonuevo	En aglomeración	
Ponedera	En aglomeración	

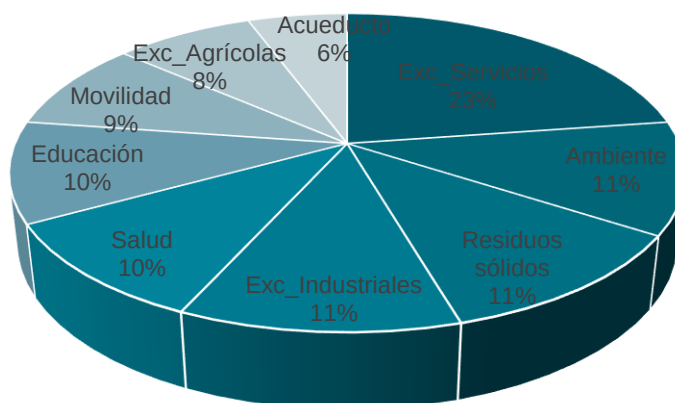
Municipio	Aglomeración Sist. Ciudades	Aglomeración IMIM compacto
Puerto Colombia	En aglomeración	Subregión compacta
Sabanagrande	En aglomeración	
Sabanalarga	En aglomeración	Subregión compacta
Santo Tomás	En aglomeración	
Soledad	En aglomeración	Subregión compacta
Tubará	En aglomeración	Subregión compacta
Usiacurí	En aglomeración	Subregión compacta
Sitionuevo	En aglomeración	

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

El valor que toma el IMIM con un k igual a 3% de los flujos posibles, es de 0.0435, lo cual es el producto de la incidencia (H) igual a 0,4 y el índice de intensidad (A) igual a 0.108642.

Adicionalmente, los resultados del IMIM permiten visualizar el nivel de contribución de cada variable y de cada municipio al valor definitivo del índice. De esta manera, la variable con mayor contribución al valor del índice son los excedentes de servicios transables. Este resultado se relaciona con el alto peso de esta rama de actividad en la economía de la mayoría de los municipios del departamento. En segundo mayor peso lo muestra las interdependencias por servicios de salud, dado el alto flujo de madres gestantes que se movilizan para atenderse en municipios diferentes a su lugar de residencia. En tercer lugar de importancia se ubican las interdependencias por servicios de educación, en donde todos los municipios muestran intercambios principalmente hacia Barranquilla. Por último, se destacan en términos de su contribución las interdependencias ambientales, dado que la mayoría de los municipios, y en especial la ciudad capital, evidencian déficit de áreas verdes dentro de sus territorios jurisdiccionales. En vista de lo anterior, se presentan flujos entre todos los municipios, desde aquellos que tienen áreas protegidas hacia aquellos que no las tienen.

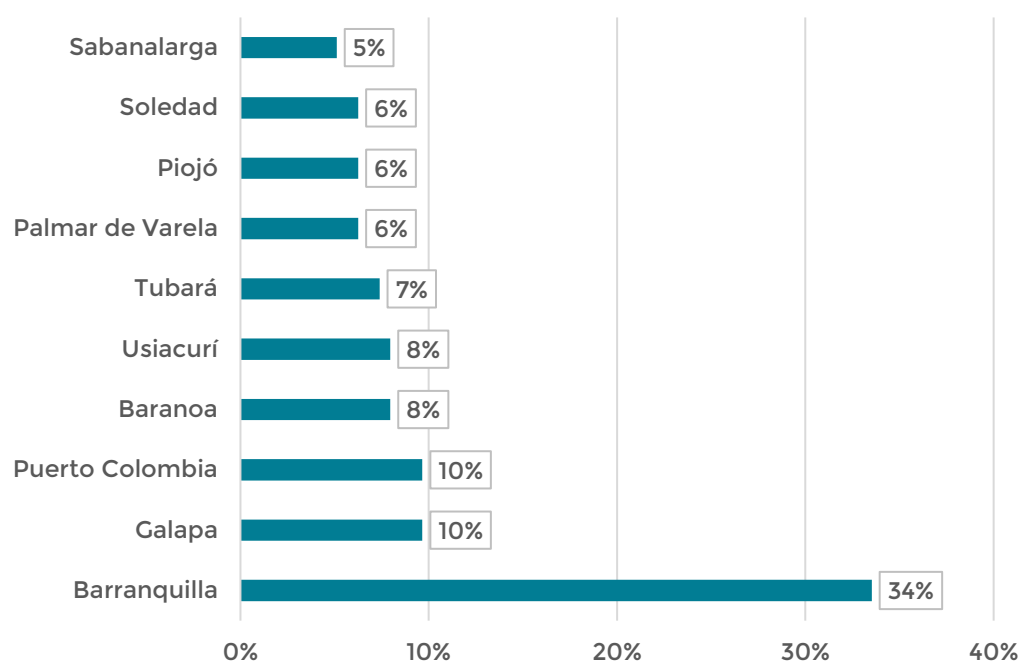
Gráfico 27. Contribución de las variables en el IMIM (Mo).



Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Por otro lado, los resultados del IMIM también permiten visibilizar el nivel de contribución de los municipios de la subregión interdependiente compacta sobre el valor del índice (Mo), dejando ver a Barranquilla, como el municipio más contribuye en el intercambio de flujos de la subregión funcional compacta. Luego siguen según su nivel de contribución, los municipios de: Puerto Colombia (10%), Galapa (10%), Baranoa (8%) y Usiacurí (8%). Éstos 5 municipios contribuyen con el 70% del valor del Índice, los restantes 5 municipios explican el 30% del Mo.

Gráfico 28. Contribución de los municipios al IMIM (Mo).



Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

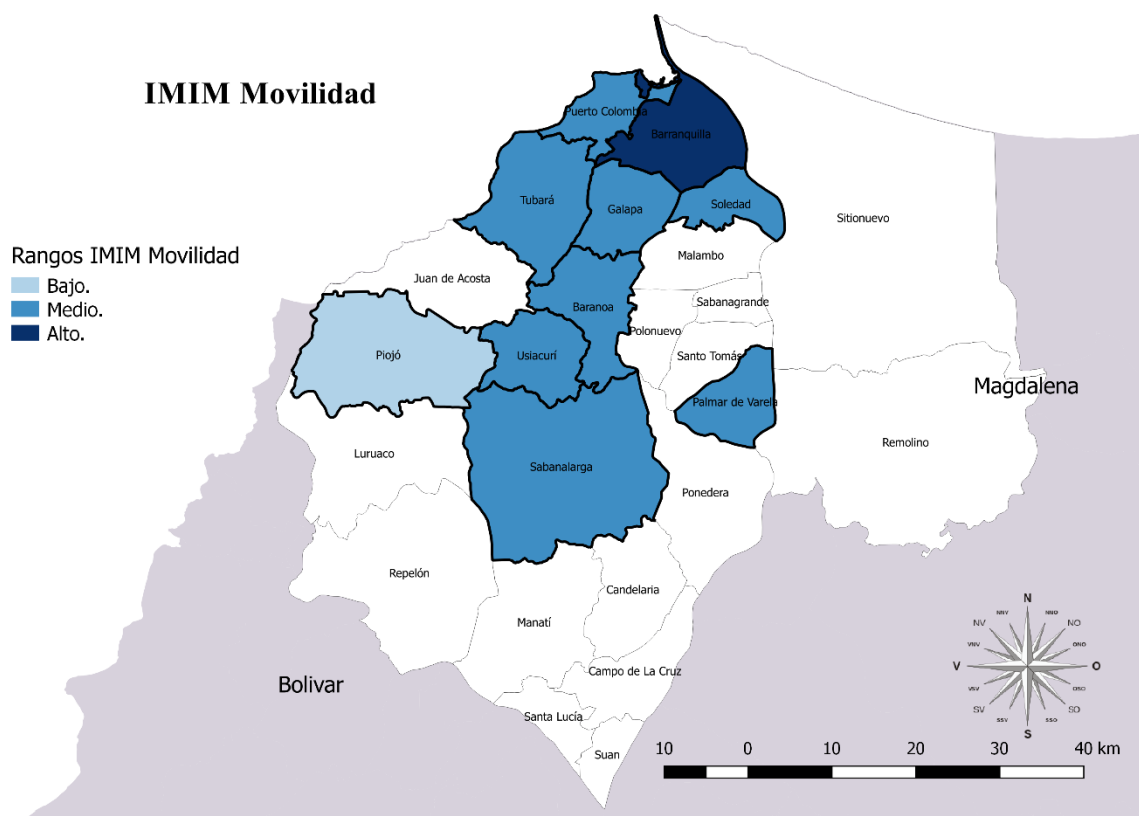
Adicional a esto es importante resaltar un hallazgo interesante. Como se puede observar el ranking de contribución cambia entre la región ampliada y la compacta. Al analizar este cambio se divisa la existencia de municipios bisagra. En este análisis podemos destacar a Palmar de Varela como municipio bisagra (así como también Soledad y Sabanalarga) debido a que mientras en la región ampliada está en el tercer lugar en la contribución al índice, en la compacta está en el séptimo. Es decir, se conecta con la región interdependiente de manera más intensa a través de otros municipios diferentes a los de la región compacta, lo cual lo clasificaría como un subnodo interdependiente.

b. IMIM de movilidad de personas

Se observa que en materia del flujo de personas entre los municipios de la región interdependiente, el nivel más alto del índice lo obtiene Barranquilla debido a la gran atracción de mano obra que genera para las personas residentes de los municipios del área de estudio. En la categoría de nivel medio de interdependencia en movilidad se clasifican los municipios de Baranoa, Galapa, Palmar de Varela, Puerto Colombia, Sabanalarga, Soledad,

Tubará, y Usiacurí. Y con un nivel bajo de interdependencia se ubica Piojó, el cual cuenta con escasa población ocupada, que además se ocupa en actividades dentro del mismo municipio.

Gráfico 29. Mapa del IMIM: Movilidad.

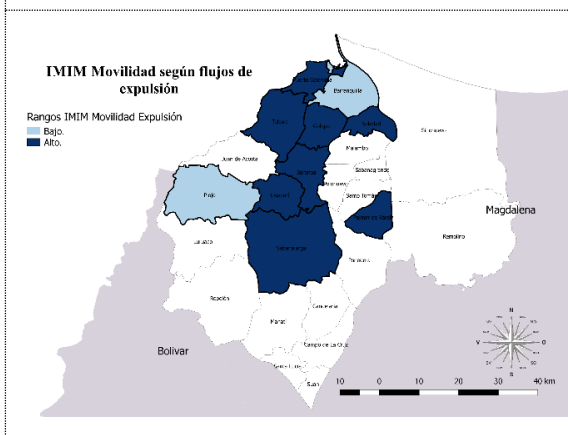


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

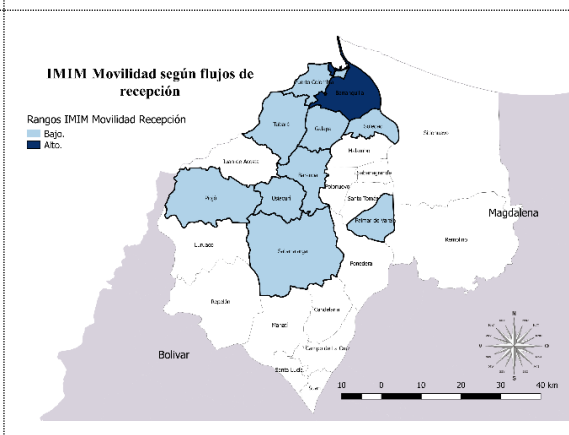
El análisis desagregado por flujos de expulsión y flujos de recepción permite identificar la dirección de los flujos de movilidad al interior de la subregión. Todos los municipios de la subregión, con excepción de Barranquilla y Piojó, muestran bajos niveles de expulsión en este índice. Sin embargo, por el lado de los flujos de recepción resalta de manera exclusiva Barranquilla como el centro de atracción de la mano de obra de los otros municipios.

Gráfico 30. Mapas de IMIM movilidad desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM movilidad



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM movilidad

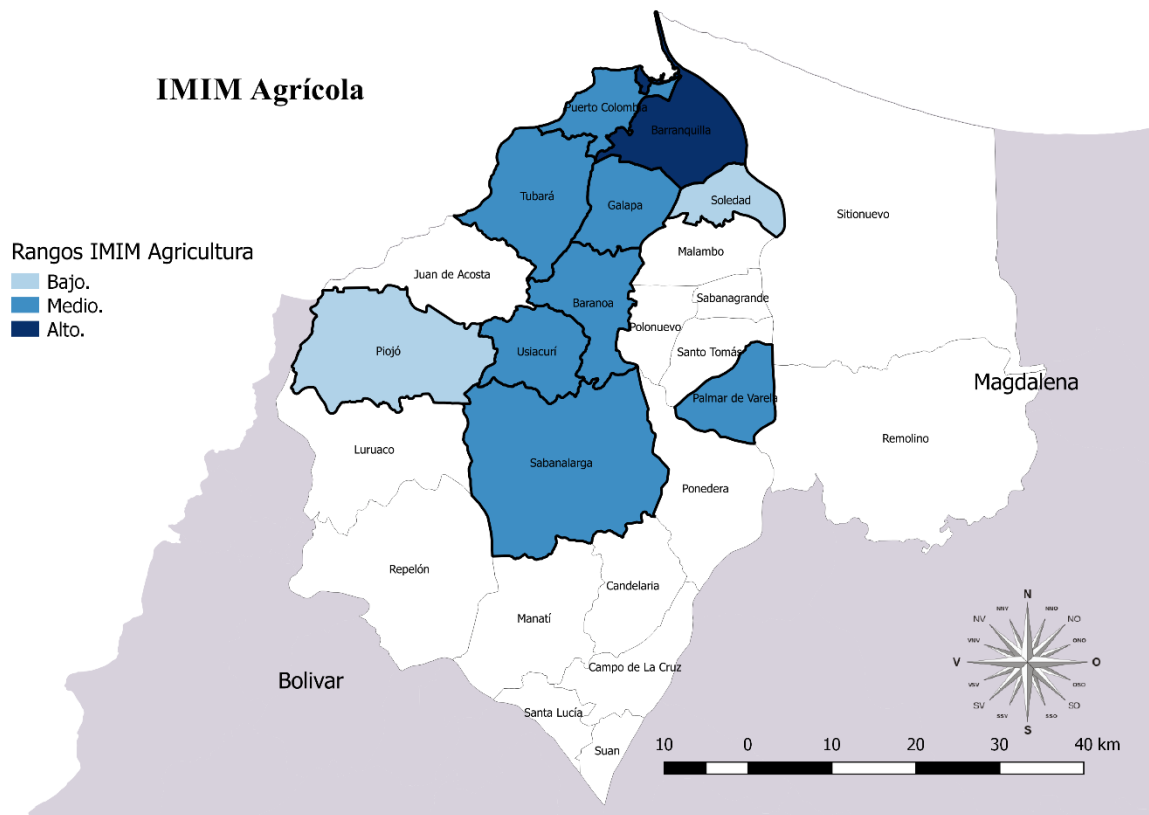


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

c. IMIM de economía – Excedentes agrícolas

En el ámbito económico, el intercambio de los bienes agrícolas entre pares de municipios se presenta de manera más intensa en Barranquilla, lo cual es explicado en gran parte por la alta dependencia de bienes agrícolas que presenta la capital de los municipios con excedentes en el sector primario. Le siguen con un nivel de IMIM en el rango medio, los municipios de Puerto Colombia, Tubará, Galapa, Baranoa, Usiacurí y Sabanalarga. Por último, el rango más bajo del IMIM en el sector agrícola lo registra Pío J y Soledad. Es importante destacar que esta interdependencia refleja el flujo de intercambios para la adquisición de productos primarios, la cual se presenta entre la mayoría de los municipios de la subregión interdependiente, dado que todos aquellos con excedentes los ofrecen para aquellos que tienen déficit en la producción de estos bienes (bajo el supuesto de economía cerrada).

Gráfico 31. Mapa del IMIM: Excedentes agrícolas.

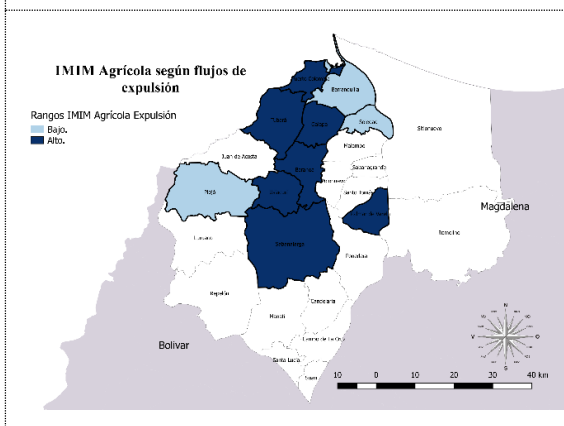


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

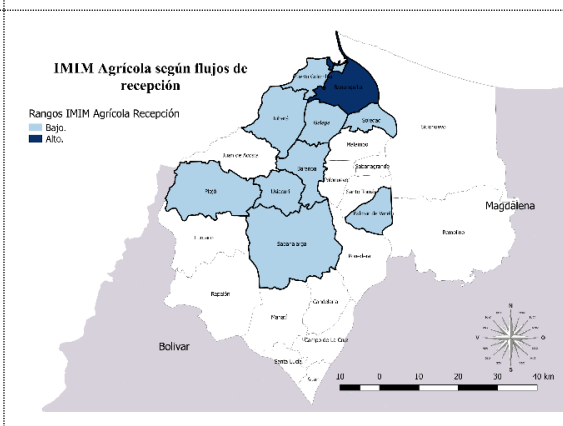
Los municipios de Puerto Colombia, Tubará, Galapa, Baranoa, Usiacurí, Sabanalarga y Palmar de Varela reflejan flujos de expulsión que se clasifican de alta intensidad. Mientras que Barranquilla, Píojó y Soledad, presentan niveles bajos de flujos de expulsión de excedentes agrícolas. Con relación a los flujos de recepción, es Barranquilla el municipio que mayor número de flujos recibe de los otros municipios. Lo anterior debido a la alta demanda por estos bienes en la ciudad capital que además concentran un alto número de habitantes y cuyo sector primario es insignificante dentro de su estructura productiva.

Gráfico 32. Mapas de IMIM excedentes agrícolas desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM agrícola



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM agrícola

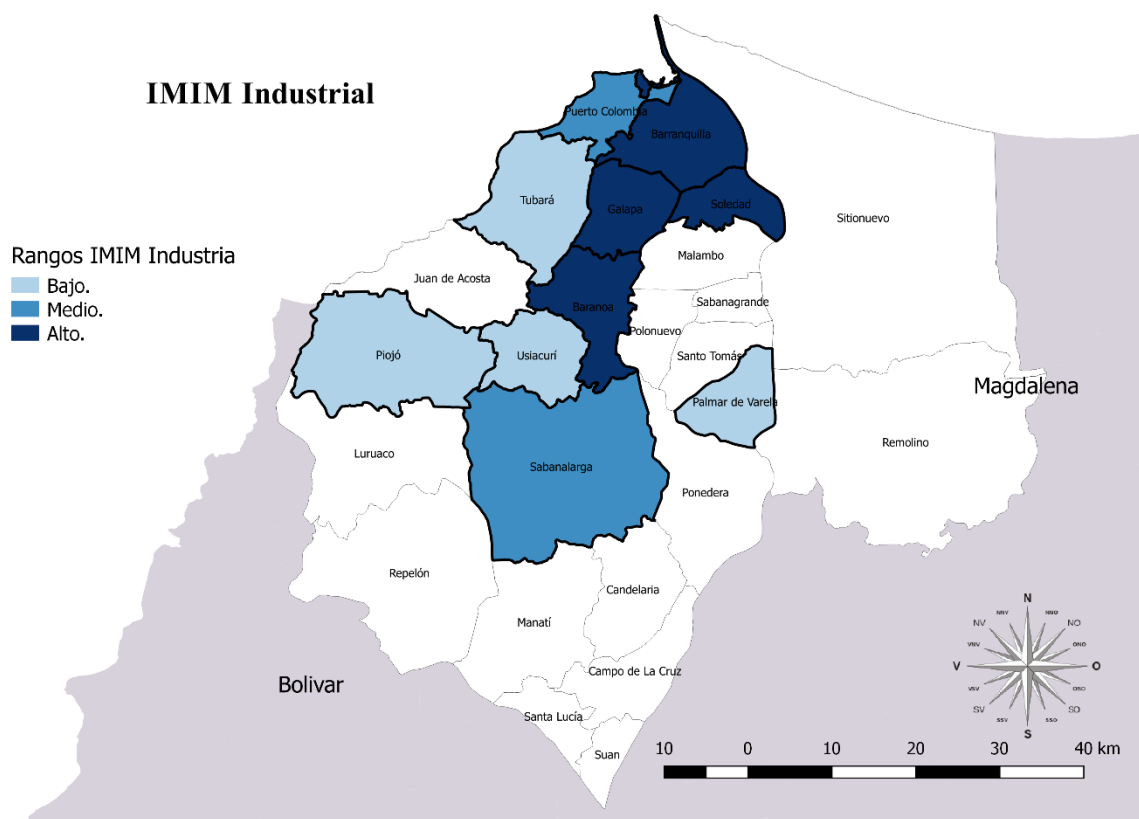


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

d. IMIM de economía – Excedentes industriales

En relación a la variable de excedentes industriales Barraquilla, Galapa, Soledad y Baranoa se ubican en el rango alto de interdependencias. Por su parte, los municipios de Puerto Colombia y Sabanalarga se clasifican en el rango medio de intensidad; mientras que los municipios de Tubará, Palmar de Varela, Piojó y Usiacurí se clasifican en nivel bajo. Lo anterior deja ver el alto nivel de concentración de los excedentes industriales en los municipios del área metropolitana (a excepción de Malambo) y de Baranoa.

Gráfico 33. Mapa del IMIM: Excedentes industriales

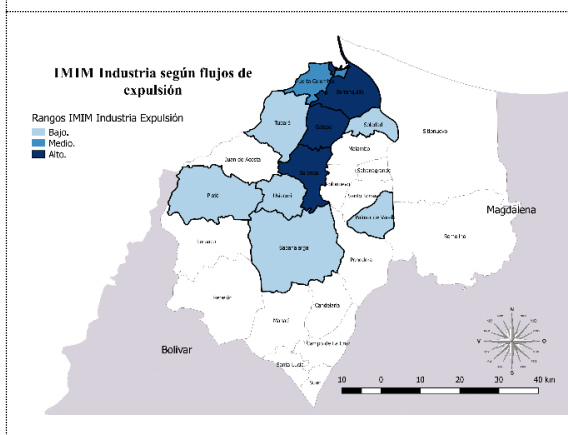


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

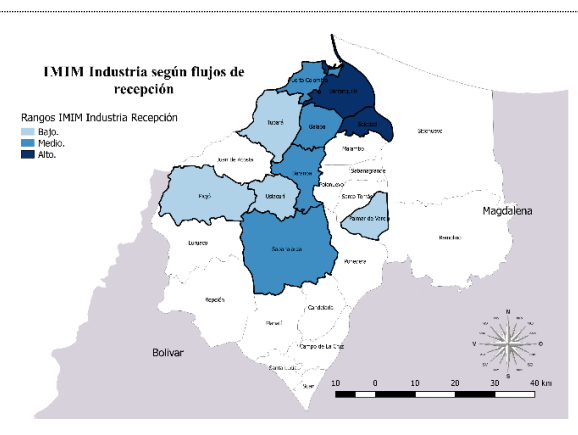
Respecto a los flujos de expulsión de los excedentes industriales sobresalen los municipios de Barranquilla, Baranoa, Galapa, y Puerto Colombia. No obstante, estos municipios junto con Sabanalarga y Soledad, evidencian una amplia recepción de excedentes industriales para satisfacer su amplia y variada demanda interna por bienes del sector secundario.

Gráfico 34. Mapas de IMIM excedentes industriales desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM industriales



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM industriales

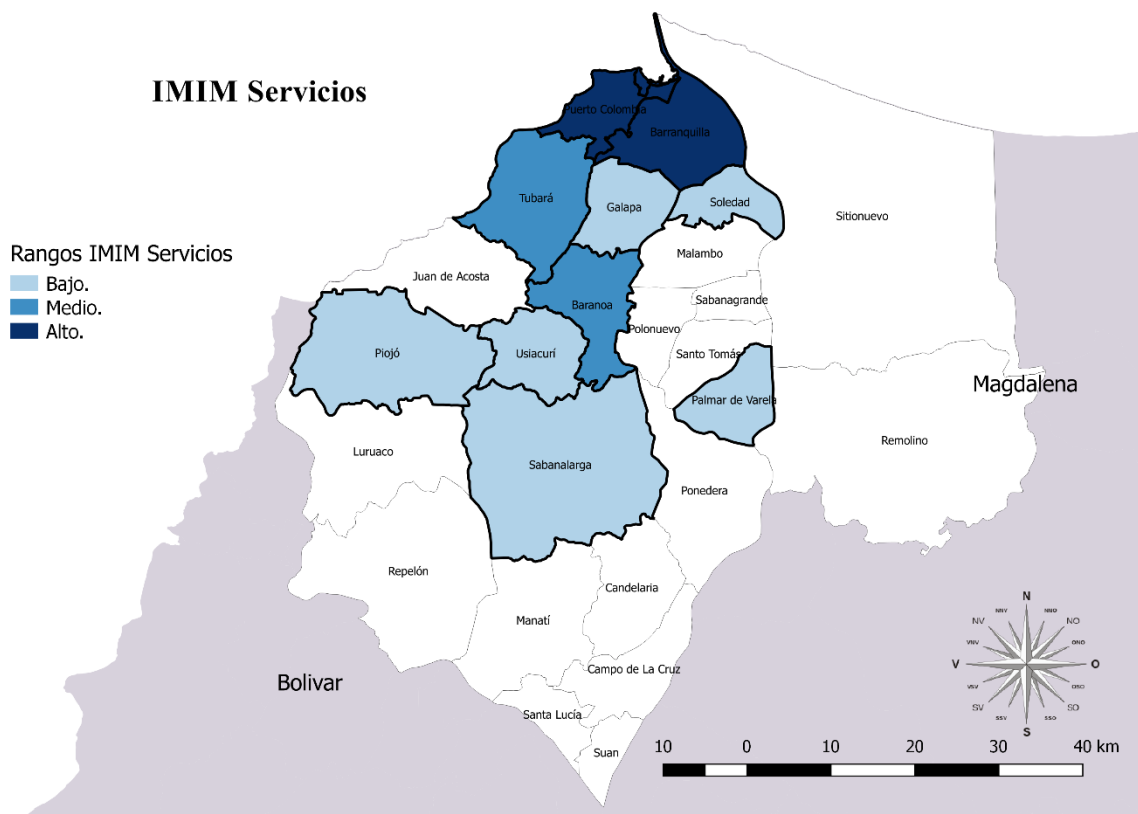


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

e. IMIM de economía – Excedentes servicios transables

Por su parte, la mayoría de los municipios para la interdependencia de servicios transables se clasifican en nivel bajo. En el rango medio destacan Baranoa y Tubará, y en el rango alto se clasifica a Barranquilla y Puerto Colombia, este último contando con una fuerte vocación turística.

Gráfico 35. Mapa del IMIM: Excedentes servicios transables

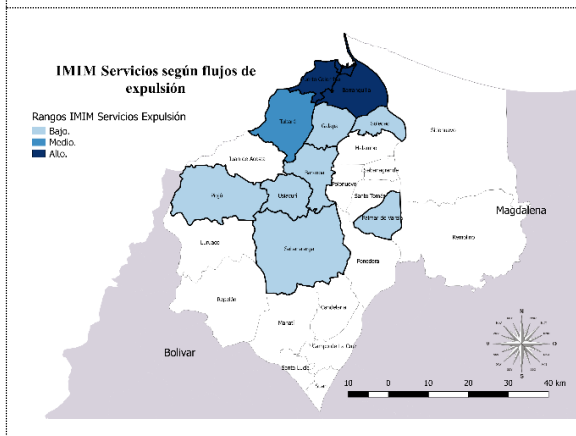


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

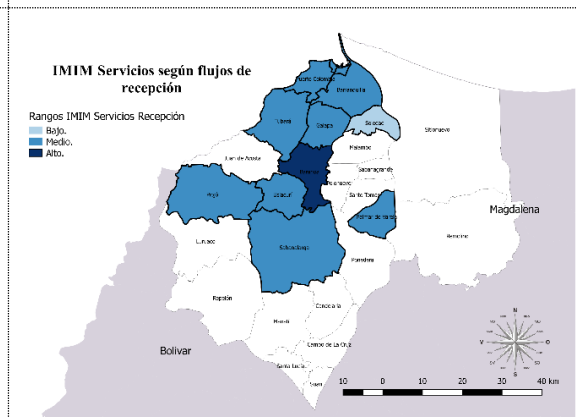
La desagregación de los flujos de expulsión y recepción para la distribución de los excedentes que se generan en el sector terciario de la subregión funcional, muestran que Barranquilla y Puerto Colombia son quienes más expulsan flujos hacia otros municipios. En contraste, Baranoa es el municipio que más recibe flujos por este concepto, considerando que tiene los mayores déficits. El resto de municipios con excepción de Soledad se clasifican en el rango medio de recepción de flujos por excedentes en servicios.

Gráfico 36. Mapas de IMIM excedentes de servicios transables desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM de servicios



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM de servicios

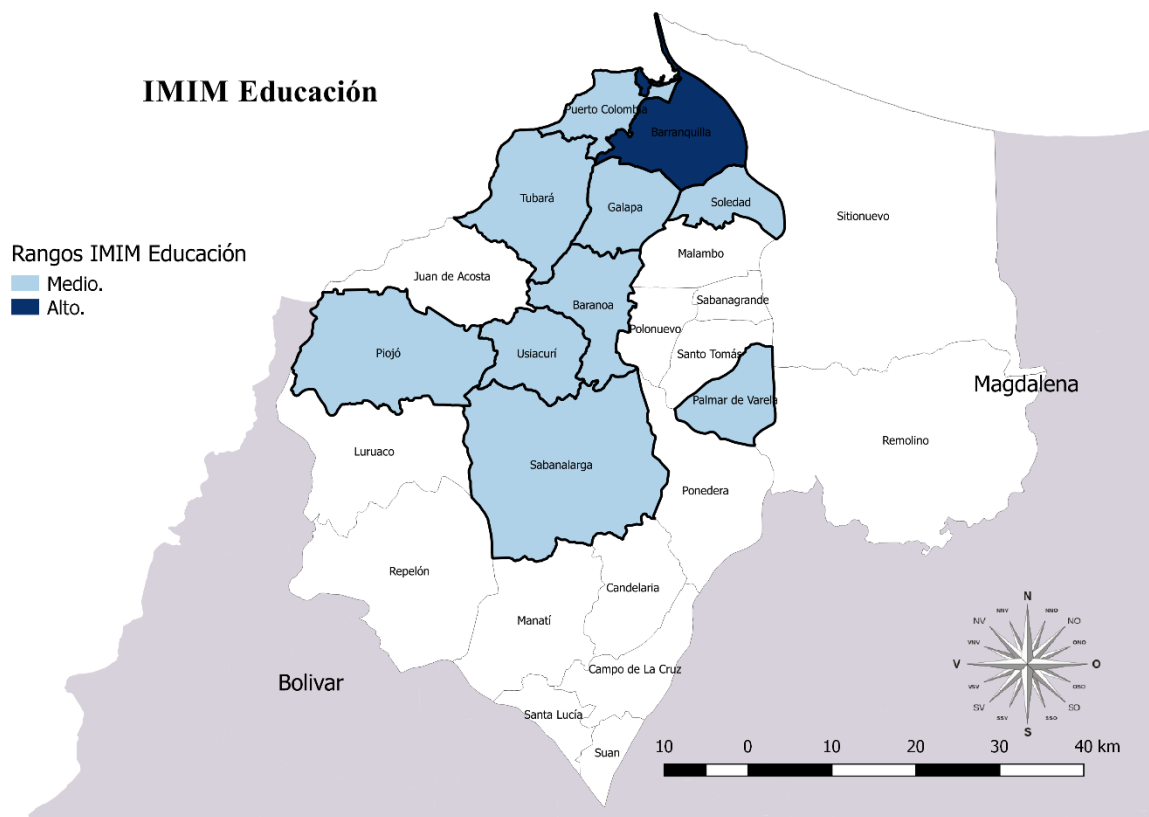


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

f. IMIM de servicios sociales y públicos – Educación

Las interdependencias por los servicios de educación terciaria muestran niveles medios para la mayoría de los municipios. Barranquilla, se destaca de manera exclusiva como el municipio con la mayor interdependencia en educación terciaria, bajo el entendido que la mayoría de instituciones que ofrecen estos servicios se radican en la ciudad capital del departamento. Así mismo, ningún municipio de la región interdependiente se clasifica con nivel bajo en esta interdependencia debido a que la totalidad de los municipios movilizan flujos de expulsión o recepción en esta variable.

Gráfico 37. Mapa del IMIM: Educación

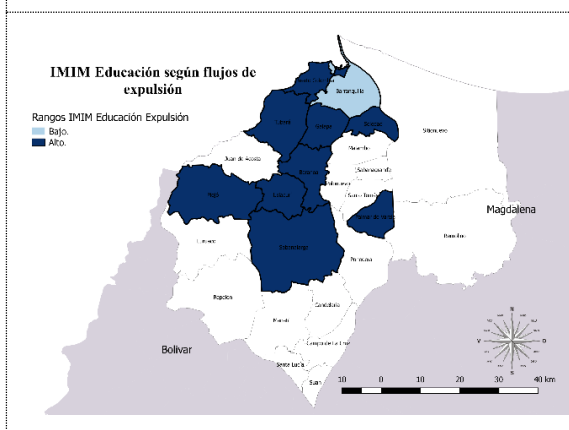


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

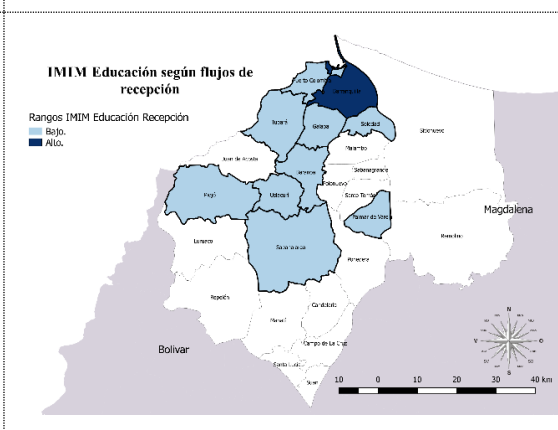
Por el lado de los flujos de expulsión de servicios educativos, se presentan altos niveles para todos los municipios de la subregión funcional, con excepción de Barranquilla, que es el único municipio que destaca por concentrar un alto nivel de flujos de recepción. Para esta variable en particular los flujos de recepción son el complemento de los flujos de expulsión, dado que todos los municipios redireccionan de manera importante su demanda educativa hacia Barranquilla, lugar donde se concentra la mayor oferta de instituciones de educación superior.

Gráfico 38. Mapas de IMIM educación desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM educación



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM educación

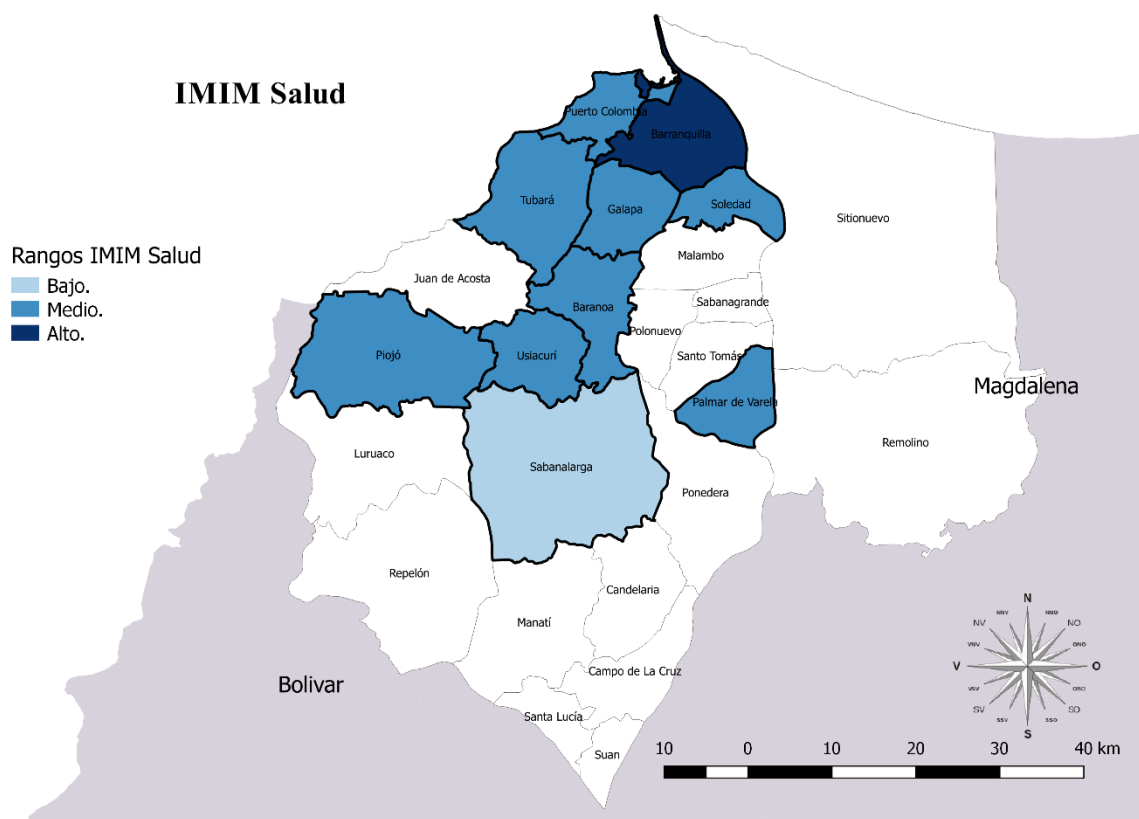


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

g. IMIM de servicios sociales y públicos – Salud

Los resultados del índice para las interdependencias en salud clasifican a Barranquilla como el único municipio con un nivel alto de interdependencia, principalmente por concentrar gran parte de los establecimientos de atención salud de la subregión interdependiente compacta y por el tamaño de los flujos de personas expulsadas de sus municipios para atenderse en este servicio fuera de sus lugares de residencia. En la categoría de nivel medio se clasifican los municipios de Soledad, Puerto Colombia, Galapa, Tubará, Baranoa, Usiacurí, Piojó y Palmar de Varela, y en la categoría de bajo se referencia al municipio de Sabanalarga.

Gráfico 39. Mapa del IMIM: Salud

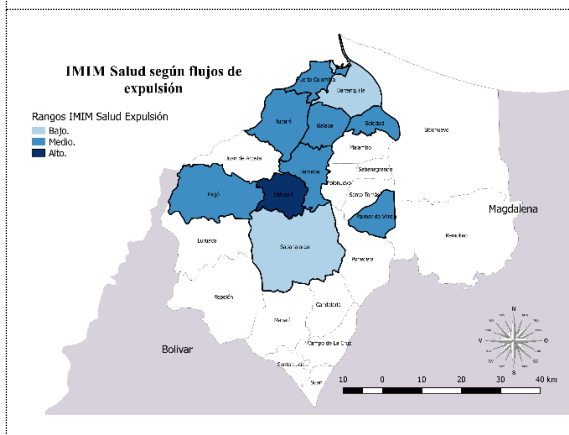


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

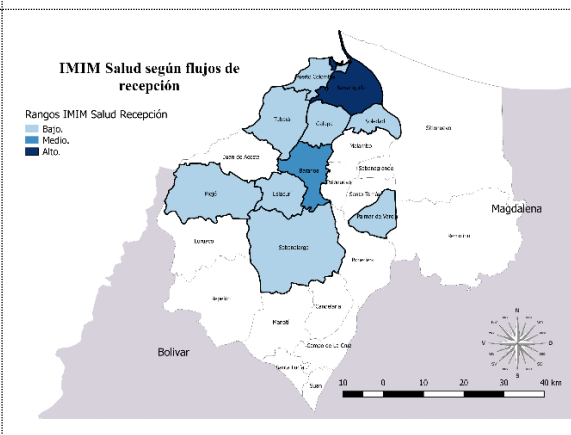
Las interdependencias por flujos de expulsión en la variable de salud muestran a Utiacurí como el municipio con mayor número de madres gestantes que se atienden fuera de su lugar de residencia. Por el lado de los flujos de recepción, Barranquilla de manera significativa atiende la demanda por servicios de salud que proviene de los otros municipios de la subregión interdependiente.

Gráfico 40. Mapas de IMIM salud desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM salud



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM salud

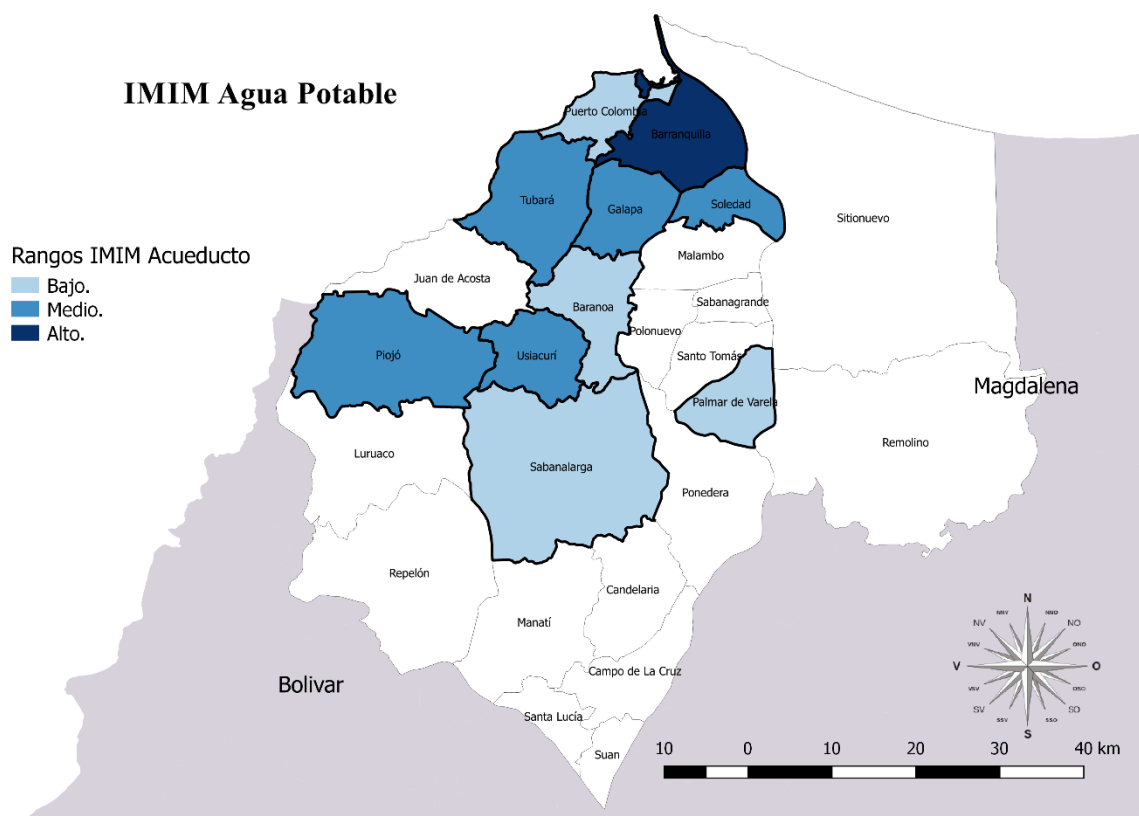


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

h. IMIM de servicios sociales y públicos – Agua potable

En IMIM relacionado con el suministro de agua potable ilustra niveles altos de interdependencia para Barranquilla. Esto dado a que sus plantas de tratamiento abastecen a cinco (5) municipios de la región interdependiente además de abastecer a Barranquilla. En el nivel medio de intercambio de flujos se clasifican el resto de los municipios, con excepción de Puerto Colombia, Baranoa, Sabanalarga y Palmar de Varela que presentan un rango bajo de interdependencias.

Gráfico 41. Mapa del IMIM: Agua potable



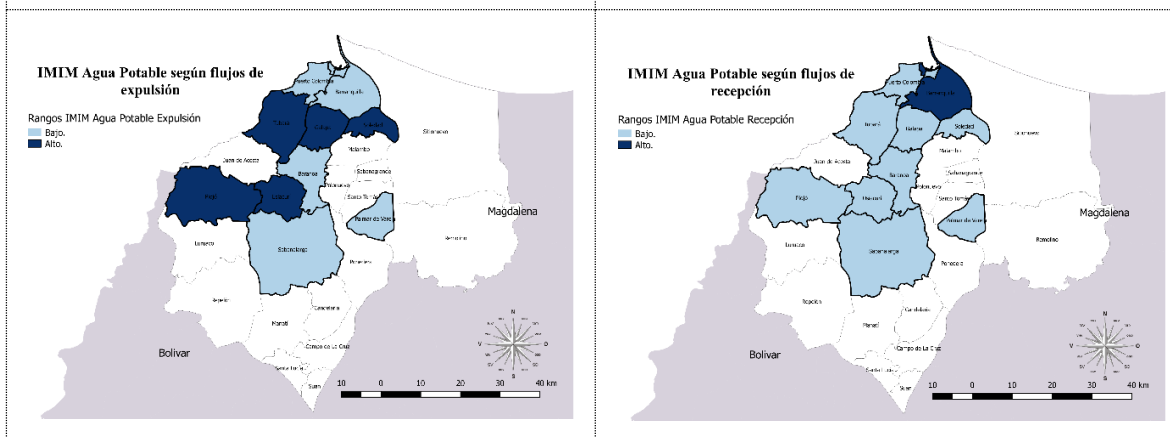
Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

La interdependencia generada por la provisión del servicio de agua potable concentra los flujos de expulsión en los municipios de Tubará, Galapa, Soledad, Piojó y Usiacurí. En contraparte, Barranquilla recibe la mayoría de los flujos por demanda de agua, lo que se explica por ubicar en su jurisdicción varias plantas de tratamiento con las que abastece a otros seis (6) municipios de la subregión interdependiente compacta.

Gráfico 42. Mapas de IMIM agua potable desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM agua

Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM agua

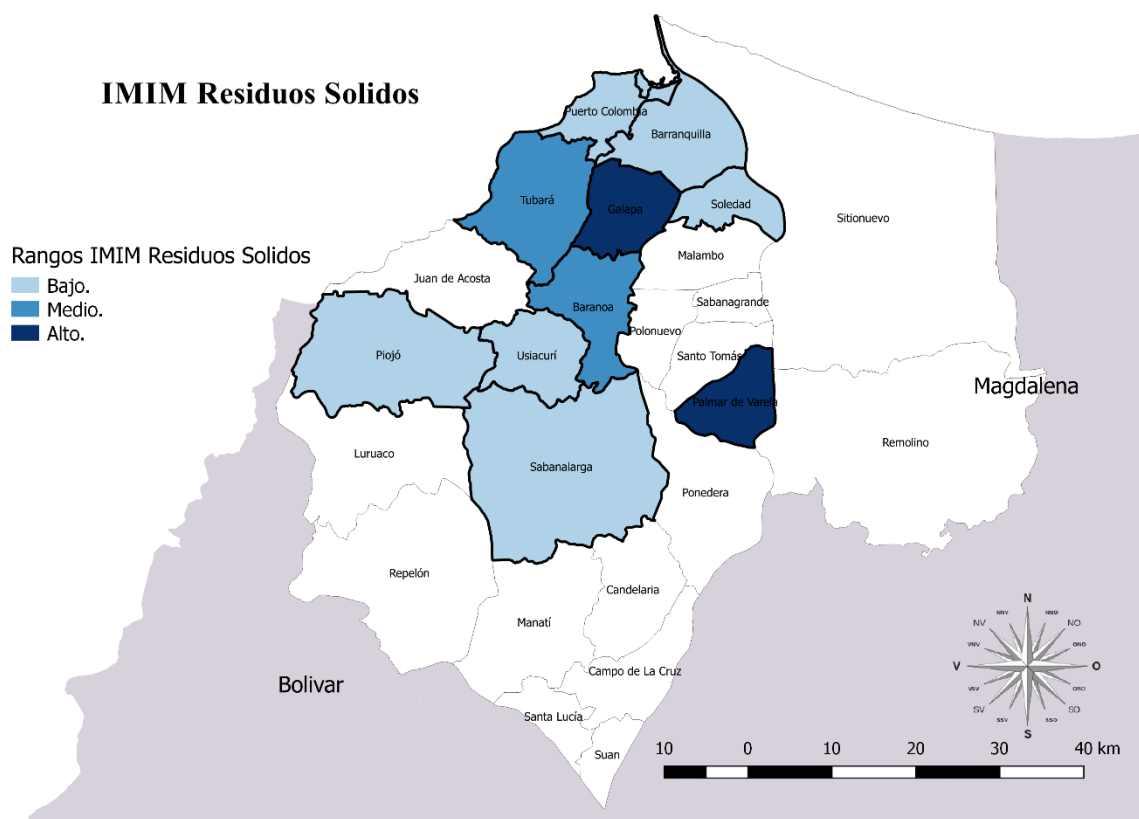


Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

i. IMIM de servicios sociales y públicos – Residuos sólidos

Las interdependencias de residuos sólidos para esta área de diez (10) municipios se concentran en los municipios poseedores de rellenos sanitarios, como es el caso de: Palmar de Varela, Galapa, Baranoa y Tubará, que se clasifican en la categoría de interdependencia alta y media. El caso de Tubará se explica porque a pesar de no tener un relleno sanitario en su territorio, muestra flujos de salida de sus residuos sólidos hacía tres de los rellenos sanitarios ubicados en la región interdependiente. El resto de los municipios se clasifican en el nivel bajo de interdependencias, entre éstos Barranquilla cuyo relleno sanitario en donde dispone la mayor parte de sus residuos sólidos es el Parque Ambiental Los Pocitos, ubicado en la jurisdicción de Galapa.

Gráfico 43. Mapa del IMIM: Residuos sólidos

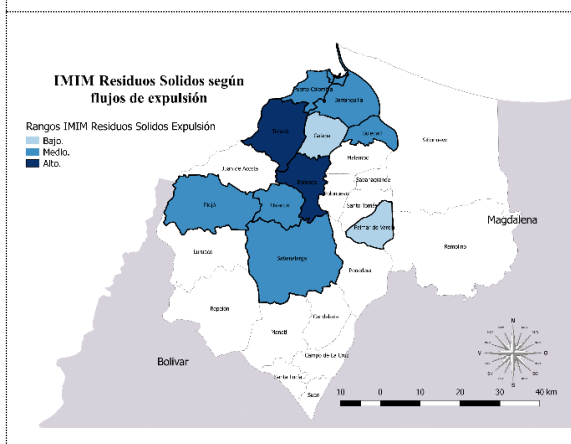


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

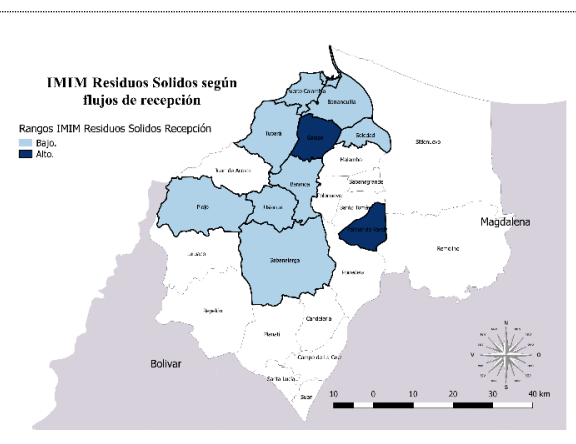
En la provisión de servicios de disposición de residuos Baranoa y Tubará son los municipios con los mayores flujos de expulsión. Se resaltan también las interdependencias por los flujos de recepción para Palmar de Varela, que provee de este servicio a 6 de los 10 municipios pertenecientes a la subregión interdependiente compacta.

Gráfico 44. Mapas de IMIM residuos sólidos desagregado por tipos de flujos.

Mapa 1: Flujos de expulsión de IMIM residuos sólidos



Mapa 2: Flujos de recepción de IMIM residuos sólidos



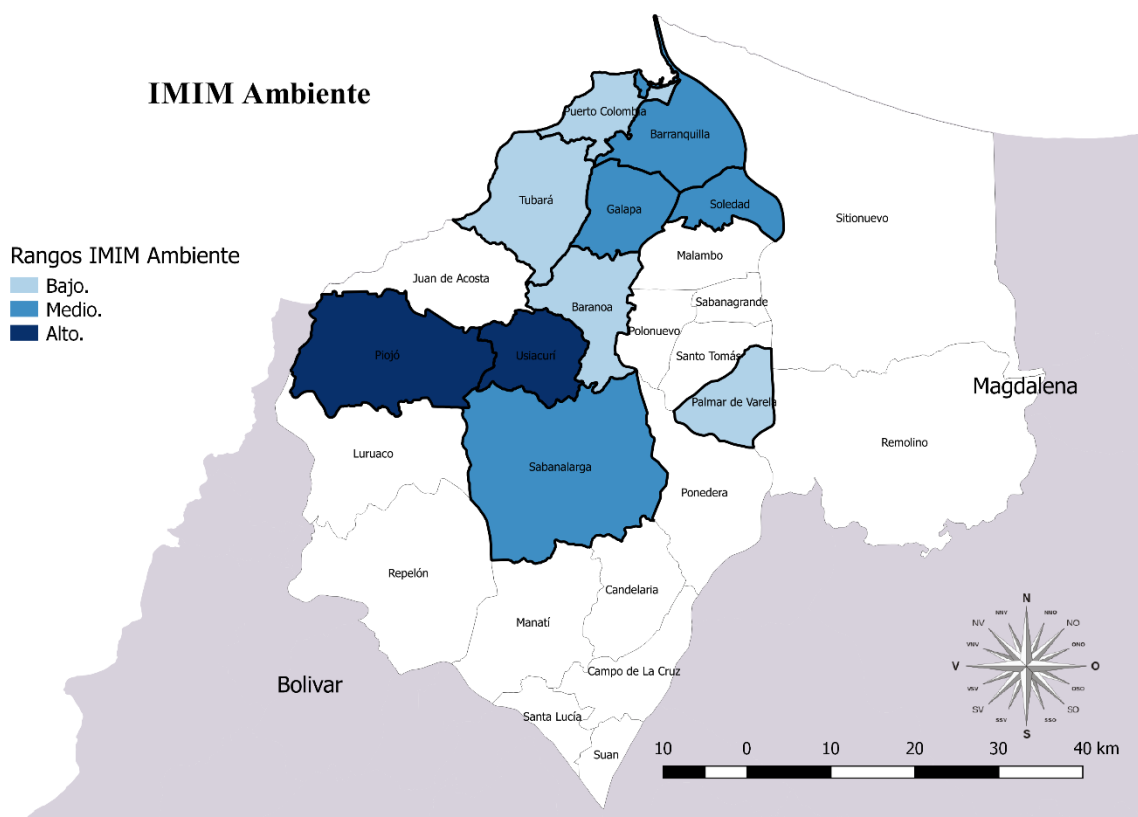
Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

j. IMIM de servicios ambientales

Con respecto a los resultados del IMIM en el área ambiental, referente a la demanda de áreas verdes protegidas, se puede afirmar que los municipios de Piojó y Usiacurí presentan el mayor grado de interdependencias. Es decir, son los municipios que ostentan mayor número de flujos expulsados o recibidos de servicios ambientales o ecosistémicos.

Como municipios con intensidad media en la interdependencia ambiental encontramos a Barranquilla, Galapa, Soledad y Sabanalarga. Por último, los municipios de Palmar de Varela, Tubará, Baranoa y Puerto Colombia se caracterizan por contar con pocos flujos de intercambio en la interdependencia ambiental con el resto del territorio interdependiente. La organización de la intensidad en los flujos interdependientes del área ambiental se marca claramente por la ubicación de las áreas protegidas al interior de los municipios del estudio, de ahí que los municipios de Piojó y Usiacurí presenten las interdependencias más altas. Cabe resaltar que aunque las áreas protegidas de estos dos municipios no son las más grandes en extensión, sí son las más asequibles para los municipios del estudio debido a las conexiones viales existentes.

Gráfico 45. Mapa del IMIM: Ambiente

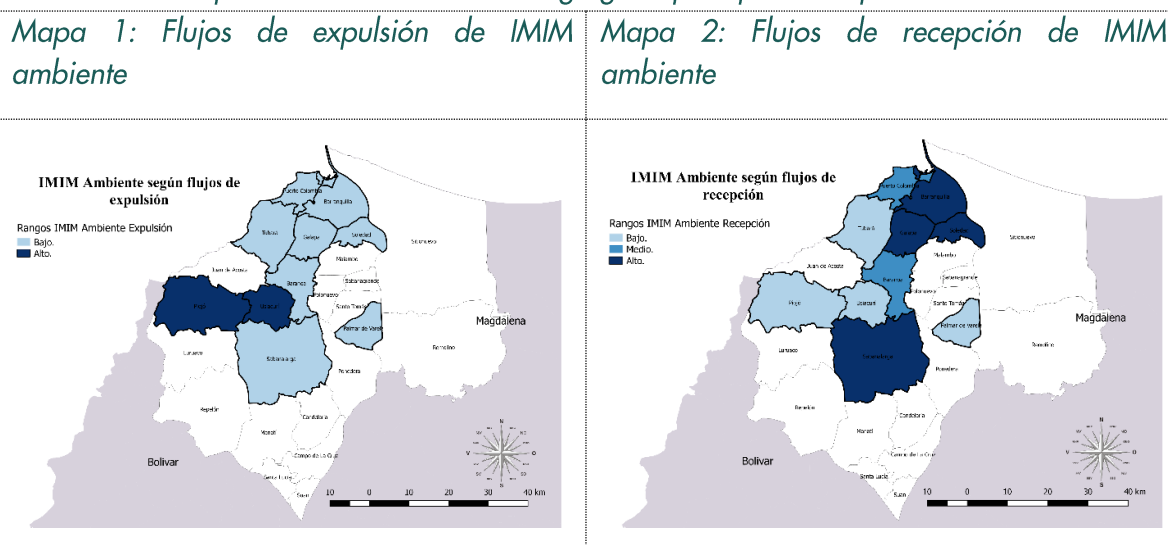


Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

En el caso de los flujos de expulsión de los servicios ambientales o ecosistémicos sobresalen los municipios de Piojó y Usiacurí, los cuales cuentan con una amplia oferta de áreas protegidas que ofrecen a los demás municipios con déficit de áreas ambientales. Ahora bien,

los municipios que mayores flujos de recepción de áreas protegidas presentan son aquellos con los mayores déficits, entre los cuales están: Barranquilla, Galapa, Sabanalarga, y Soledad.

Gráfico 46. Mapas de IMIM ambiente desagregado por tipos de flujos.



Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PASOS A SEGUIR

El análisis del IMIM para la región de Barranquilla y su territorio funcional, permite sentar algunas conclusiones y pasos a seguir en materia de política pública. A continuación se presentan las conclusiones más destacadas referentes al territorio funcional:

- El crecimiento poblacional ha llevado al desbordamiento de las ciudades por fuera de los límites territoriales. Colombia hoy cuenta con 19 millones de habitantes más que los que tenía en 1985, crecimiento que ha sido más intenso en las áreas urbanas del país. Este desbordamiento genera una serie de interacciones las cuales son importantes de cuantificar al momento de planear funcionalmente los territorios y elaborar políticas públicas con enfoque intermunicipal.
- Para este estudio, interdependencia se entiende como la existencia de relaciones bidireccionales o unidireccionales entre pares de municipios en referencia a la prestación o provisión de bienes y servicios. Es importante para el país y para las regiones entender los flujos de interdependencias al interior de sus aglomeraciones debido a que éstas se pueden potencializar mayores niveles de valor agregado, mejor niveles de empleo, menores niveles de pobreza, mayores márgenes de productividad laboral, entre otros beneficios.
- El estudio identifica dos territorios funcionales para el departamento del Atlántico. Uno denominado ampliado que se compone de 19 dentro de los 25 municipios considerados en el marco de la presente investigación, y un segundo territorio denominado compacto, conformado por solo diez de los 19 municipios de la

subregión ampliada. Tal diferenciación se realiza con el ánimo de demarcar los distintos niveles intensidad en los flujos de la interdependencia.

- Las interdependencias para la subregión funcional ampliada supera los límites territoriales del departamento (incluye al municipio de Sitionuevo perteneciente al departamento del Magdalena). Sin embargo, cuando se analiza la subregión funcional compacta solo permanecen diez de los 19 municipios de la subregión funcional ampliada, entre los cuales no permanece el municipio de Sitionuevo, y queda excluido un municipio del AMB (Malambo).
- Los resultados del IMIM tanto para la subregión ampliada como compacta, muestran que la mayor cantidad de flujos convergen en Barranquilla, por lo cual este municipio pasa a clasificarse como nodo de la aglomeración. Tanto así que la contribución del municipio de Barranquilla en el IMIM para la subregión ampliada como la subregión compacta, supera porcentajes del 30%.
- Al analizar los resultados del IMIM para la subregión ampliada, se clasifican en la categoría de alta intensidad a las interdependencias presentadas en Soledad, Palmar de Varela, Barranquilla, Puerto Colombia y Galapa; estos últimos tres municipios mantienen tal nivel de intensidad para la subregión compacta. Seguido de éstos municipios, se clasifican con interdependencias de intensidad media, las presentadas en Piojó, Sabanalarga, Tubará, Baranoa y Usiacurí; así mismo estos tres últimos municipios mantienen su nivel de intensidad en la interdependencia para la subregión compacta. Dado estos niveles de intensidad en la interdependencia para estos 10 municipios, la necesidad de coordinación y de gestión de dichas relaciones son prioritarias.
- En términos generales y con alta intensidad del IMIM para los flujos de expulsión se destaca Barranquilla, Puerto Colombia, Tubará, Baranoa, Usiacurí y Piojó. Al analizar la subregión compacta encontramos que los municipios con intensidad alta se mantienen con excepción de Baranoa el cual se clasifica como intensidad media.
- Contrario a esto se encuentra que los municipios con menor IMIM con flujos de expulsión en la subregión ampliada son Sitionuevo, Juan de Acosta, Sabanagrande, Ponedera, Candelaria, Palmar de Varela, Sabanalarga y Soledad. Estos tres últimos municipios mantienen bajos niveles de intensidad al analizar la subregión compacta.
- Dentro de los municipios de la región de estudio se encuentra que los municipios que se clasifican en una intensidad alta de recepción en el IMIM son Soledad, Palmar de Varela, Sabanalarga, Barranquilla y Galapa; estos dos últimos municipios mantienen altos niveles de intensidad en los flujos de recepción para la subregión compacta. En contraste, se encuentra que los municipios con menor IMIM por flujos de recepción son Tubará, Piojó, Usiacurí, Polonuevo, Santo Tomás, Luruaco y Candelaria; estos tres primeros junto a Puerto Colombia se clasifican en la categoría de interdependencia baja para la subregión compacta.
- Según el nivel de contribución de los municipios al IMIM para la subregión ampliada se encuentra que Barranquilla representa el 31% del valor del IMIM para la subregión ampliada, esto debido a su gran número de flujos de interdependencia con el resto de municipios de la región de estudio. En nivel de importancia por

contribución al índice le siguen los municipios de Puerto Colombia (con un 7%) y Galapa, Palmar de Varela, Soledad, y Baranoa (con un 5% cada uno).

- En contraste a estos municipios altamente interdependientes se encuentran Malambo, Sabanagrande, Juan de Acosta, Polonuevo, Luruaco, Ponedera, Santo Tomás, Sitionuevo y Candelaria, municipios cuya contribución al IMIM es menor o igual a 4%. El municipio más aislado es Candelaria, contabiliza la menor participación en el índice.
- Para la subregión compacta se identifican algunas variaciones en estos porcentajes de contribución ratificando a Barranquilla como el municipio que mayor contribución tiene (34%), seguido de Galapa y Puerto Colombia (10% cada uno) y Baranoa y Usiacurí (con 8% respectivamente). Para el caso de la subregión compacta, es Sabanalarga el municipio que demarca mayores niveles de aislamiento dado que su contribución al índice alcanza solo el 5%.
- Por el lado de la contribución de las variables se puede decir que los excedentes de servicios es la variable que presenta una mayor contribución a las interdependencias contribuyendo con un 22,5%, seguido de esta se encuentra la variable salud con un 13,3%, ambiente y educación con un 10,4%. Por otro lado de las variables que menos contribuyen al IMIM se encuentran las de acueducto, excedentes industriales y agrícolas, 6,4%, 8,1% y 9,2% respectivamente.
- Para subregión compacta, dada la disminución en el número de municipios que conforman el territorio funcional, la contribución de las variables cambia. Con la excepción de que los excedentes de servicios sigue siendo la variable de mayor contribución (22,7%), pero en orden de importancia las contribuciones por variable que siguen son: excedentes industriales (11,4%), residuos sólidos (11,4%), ambiente (11,4%), y por último la variable de acueducto que solo contribuye con el 5,4%.
- En el área de movilidad se observa una alta interdependencia en un único municipio (Barranquilla) explicado principalmente porque todos los municipios pertenecientes a la subregión ampliada o compacta envían una importante proporción de personas a trabajar hacia la ciudad capital del departamento. Con excepción de Piojó, que no registra flujos ni de salida ni de entrada para esta variable, por lo cual se clasifica dentro de la categoría de baja interdependencia en el área de movilidad.
- En materia de excedentes agrícolas, se presentan altas interdependencias en el municipio de Barranquilla debido principalmente a los altos flujos de recepción de estos bienes provenientes del resto de municipios de la región. Contrariamente se observan niveles bajos en los municipios de Piojó, Luruaco y Sitionuevo.
- Barranquilla se destaca además, en poseer una relación de interdependencia alta bidireccional en bienes industriales. Esto debido a que su intensidad es elevada cuando se analizan tanto los flujos de expulsión como los de recepción de bienes industriales.
- Al analizar los flujos de expulsión y de recepción de bienes de servicios se encuentra a Puerto Colombia y a Barranquilla como los municipios con un nivel de interdependencias alto en materia de flujos de expulsión, mientras que se encuentra a Baranoa como alto también pero en materia de flujos de recepción.

- La vocación agrícola e industrial esta marcadamente relacionadas con los flujos de expulsión de tales excedentes, situación que no alcanza a diferenciarse de manera tan predominante respecto a la vocación de servicios transables.
- Por el otro lado, los flujos de recepción de los intercambios económicos, éstos están positiva y levemente relacionados con la vocación productiva: industrial y de servicios; pero negativamente relacionada con la vocación agrícola. Los resultados del estudio demuestran como los flujos de recepción están más vinculados con el tamaño de la demanda.
- Respecto a los flujos industriales, el hecho de que los cuatro principales municipios expulsores de bienes industriales, coinciden entre los siete municipios que mayor recepción tiene por este tipo de productos, deja ver las relaciones complementarias presentes en el sector.
- Los flujos de estudiantes en educación terciaria destacan únicamente a Barranquilla como municipio con altas interdependencias en este servicio. Esto debido a poseer el mayor número de instituciones de educación superior del departamento.
- Los servicios de salud a madres embarazadas muestran también el nivel alto de interdependencias de Barranquilla con el resto de municipios del área de estudio. Se muestra también a municipios como Sitionuevo, Soledad, Baranoa, Polonuevo, Usiacurí, Luruaco, Sabanalarga, Ponedera y Candelaria, todos con un nivel de interdependencia medio. Tal nivel de interdependencia medio se perpetúa en la subregión compacta para los municipios de Soledad, Baranoa y Usiacurí.
- En materia de provisión de agua potable las interdependencias se enmarcan en sí los municipios cuentan o no con plantas de tratamiento en su jurisdicción. Por lo tanto los municipios de Barranquilla y Sabanagrande concentran altos niveles de interdependencias, mientras Malambo, Puerto Colombia, Luruaco y Candelaria poseen niveles bajos de interdependencia. Para la subregión compacta Barranquilla mantiene una alta intensidad de interdependencia en agua potable, lo cual es coherente dado que sus plantas de tratamiento abastecen de agua a otros cinco municipios del territorio funcional compacto.
- Las interdependencias desde el área de residuos sólidos muestran niveles altos en los municipios de Galapa y Palmar de Varela, debido a que estos municipios poseen los rellenos sanitarios de mayor capacidad en el área de estudio. Este resultado se extiende para la subregión compacta. Cabe destacar que el municipio de Sitionuevo no presenta interdependencias en materia de residuos sólidos debido a que este municipio se autoabastece de este servicio y no abastece a ningún otro municipio.
- Desde el punto de vista ambiental, las interdependencias por áreas verdes protegidas determinan niveles altos de interdependencia para Barranquilla, Soledad, Usiacurí y Piojó. Siendo los dos primeros los municipios con mayores flujos de recepción y los dos últimos los municipios con mayores flujos de expulsión (mayores áreas verdes protegidas).
- El estudio también visibiliza la existencia de municipios bisagra, en donde se destacan: Palmar Varela, Soledad y Sabanalarga, los cuales podrías ocasionalmente

verse como subnodos interdependientes para otros municipios en el Atlántico, con quienes guardan intercambios de flujos significativos.

- Barranquilla se destaca como protagonistas en todas las interdependencias, dejando ver variaciones en sus niveles de intensidad dependiendo de las variables analizadas. Principalmente comparte flujos bidireccionales significativos con Galapa, Puerto Colombia, Soledad, Malambo y Tubará. Pero recibe importantes flujos desde Santo Tomás, Palmar de Varela, Polonuevo, Ponedera, Baranoa, Sabanagrande, Juan de Acosta, Piojó. Así mismo expulsa flujos significativos a Sabanalarga, Sitionuevo, Sabanagrande, Palmar de Varela.
- Galapa cuenta con flujos importantes bidireccionales con Barranquilla, Malambo y Soledad. Así mismo cuenta con flujos unidireccionales de recepción desde Baranoa, Polonuevo, Sabanalarga, Sabanagrande, Santo Tomás, Ponedera, Puerto Colombia, Tubará, Juan de Acosta, Piojó, Usiacurí, y Luruaco. Por el lado de los flujos unidireccionales de expulsión, éstos se dirigen principalmente hacia: Baranoa, Sabanalarga, Ponedera, y Luruaco.
- Puerto Colombia por su parte, muestra flujos bidireccionales importantes con Juan de Acosta, Tubará, Barranquilla, Malambo, y Soledad. En los flujos unidireccionales de recepción principalmente provienen desde Piojó, Usiacurí, Luruaco, Sabanagrande, Sabanalarga, Santo Tomás, Galapa, Baranoa, Polonuevo, Soledad. Los flujos unidireccionales de expulsión principalmente se dirigen hacia Galapa, Sabanalarga, Candelaria, Sitionuevo, y Ponedera.
- Para Palmar de Varela, las relaciones de interdependencias bidireccionales se establecen con los municipios de: Santo Tomás, Barranquilla, y Ponedera. Las relaciones unidireccionales de recepción provienen desde Piojó, Usiacurí, Luruaco, Candelaria, Polonuevo, Puerto Colombia, Tubará, Juan de Acosta, Malambo, Galapa, Baranoa, y Sabanagrande. Los flujos unidireccionales de expulsión se dirigen hacia: Malambo, Soledad, Sabanagrande, y Sabanalarga.
- Soledad por su parte destaca importantes flujos bidireccionales con Malambo exclusivamente, pero cuenta con flujos de recepción desde: Santo Tomás, Sabanagrande, Galapa, Polonuevo, Ponedera, Baranoa, Barranquilla, Puerto Colombia, Tubará, Juan de Acosta, Palmar de Varela, Piojó, Usiacurí, y Luruaco. Dentro de los flujos unidireccionales de expulsión se destacan los dirigidos a: Palmar de Varela, Barranquilla, Sabanalarga, Puerto Colombia, Sitionuevo, Luruaco, Piojó, y Ponedera.
- Sabanalarga, cuenta con flujos bidireccionales significativos que comparte con Ponedera, Luruaco, y Baranoa. Así mismo presenta flujos unidireccionales substanciales de recepción desde Piojó, Usiacurí, Candelaria, Puerto Colombia, Barranquilla, Tubará, Juan de Acosta, Malambo, Sabanagrande, Polonuevo, y Santo Tomás. El municipio presenta flujos unidireccionales de expulsión hacia: Barranquilla, Candelaria, Soledad, Galapa, Malambo y Puerto Colombia.

Las recomendaciones y pasos a seguir se organizaron en las temáticas de: recomendaciones sobre la medición y de gobernanza.

5.1 Recomendaciones sobre la medición

Las relaciones de intercambio entre municipios no son estáticas, al contrario, la naturaleza dinámica de las mismas conlleva a que la subregionalización y las interdependencias identificadas en este estudio puedan variar con el tiempo de acuerdo a: cambios en la magnitud y frecuencia de los flujos de intercambio existentes; nuevas relaciones entre territorios que entran a ocupar un lugar importante en la definición de una nueva subregionalización; nuevos flujos que cobran importancia y que requerirían ser incorporados en la medición; entre otros aspectos.

En este sentido, el ejercicio desarrollado es un punto de partida y línea base, y requiere garantizar una capacidad técnica en la región para futuras mediciones que logren dar seguimiento y monitoreo del índice propuesto. Con esto en mente, se recomienda que la medición de las relaciones de interdependencia y el cálculo de la subregionalización con base en estas quede a cargo de la oficina de planeación de la gobernación del Atlántico.

Con el fin de hacer un seguimiento y monitoreo a las relaciones de intercambio entre municipios que sirva de insumo a la toma de decisiones de política pública se requiere: por un lado, garantizar la continuidad de la medición para el conjunto de los 25 municipios definidos como territorio de análisis; y por el otro, mejorar e innovar en los instrumentos de medición de los flujos de intercambio. Toda mejora en cualquiera de estos dos elementos es clave para garantizar políticas públicas eficientes y acuerdos de gobernanza oportunos que den respuesta a las demandas que se derivan de las dinámicas territoriales.

5.1.1 Continuidad de la medición

Para hacer seguimiento y monitoreo a las relaciones de intercambio y a las dinámicas sociales, económicas, de bienes y servicios, y ecosistémicas es necesario garantizar una cierta periodicidad en la medición del indicador de interdependencias municipales. La actualización del indicador dependerá en todo caso de la información disponible para la construcción de cada uno de los flujos analizados.

La actualización de la variable de movilidad, medida a través de la conmutación laboral con base en el Censo Nacional de 2005, presenta algunos inconvenientes en vista de que el Censo Nacional de Población 2018 no reporta información sobre esta variable. Una solución parcial a este problema, y que se implementó en el presente estudio, es actualizar los datos de conmutación laboral con base en el mapa de luces nocturnas de la NASA. Sin embargo, esta alternativa solo puede aplicarse a los municipios que comparten mancha urbana, manteniéndose el rezago en información para el resto de los municipios.

Una solución más acertada para garantizar la continuidad en la medición puede ser la de mejorar el instrumento de medición bien sea a través de nuevas variables construidas con información ya disponible, o mediante la recolección directa de información.

5.1.2 Mejoras sobre la información

La medición de las relaciones de interdependencia a través de flujos de personas, económicos, de bienes y servicios, y ambientales se hizo con base en información ya disponible, identificando las variables que mejor lograban capturar las relaciones de interdependencia definidas. No obstante, se pueden observar oportunidades de mejora en la medición de las interdependencias que permitan capturar de manera más adecuada las relaciones de intercambio.

Precisamente, al tratarse de relaciones de intercambio entre pares de municipios el ideal es contar con información de tipo origen-destino. Esto aplica sobre todo para la dimensión económica. Que para el ejercicio presente se midió a través de los excedentes en la provisión de bienes agrícolas, industriales y de servicios transables usando una matriz de pesos económicos y de servicios para distribuir estos excedentes entre pares de municipios y de esta forma estimar flujos. Una mejora en el instrumento de medición puede ser la de contar con información de una matriz de carga origen-destino de la producción¹¹ de bienes industriales, agrícolas y de servicios transables.

Por otra parte, y como se mencionó en la sección anterior, la dimensión de movilidad no cuenta con información suficiente para actualizar la medición a futuro y la información disponible cuenta con más de 10 años de rezago. Si se quiere hacer seguimiento a esta dimensión, es necesario pensar en nuevas alternativas para su medición, al respecto se identifican al menos tres alternativas: información origen-destino de viajes mediante alianza con aplicaciones de movilidad (Google maps, Waze, etc.)¹², información origen-destino de llamadas a partir de alianzas con las empresas de telefonía celular, e información actualizada de movilidad (conmutación laboral) a partir de levantamiento directo de la información.

¹¹ Existe una matriz origen-destino construida a partir de la información de reporte de carga de los peajes que incluye origen-destino de dicha carga. Esa información refleja el origen-destino del camión que no necesariamente es el origen-destino de la producción. Dicha matriz estima muy bien los flujos inter-regionales (por ejemplo, el flujo de carga entre la costa caribe y la región central), pero no los flujos intra-regionales e intra-departamentales.

¹² Otra solución novedosa identificada para llevar a cabo la construcción de las matrices origen-destino de pasajeros, sería el uso de una plataforma o app, que se encuentra actualmente en construcción apoyada por el programa Atlántico Cocrea de la Gobernación del Atlántico, para el conteo electrónico de pasajeros. La plataforma tiene como objetivo tener control real de los ingresos de cada bus, en un contexto donde el cobro del pasaje depende del lugar de cargue y descargue de cada pasajero, pero eventualmente podría ajustarse para tener monitoreo permanente de los flujos de personas en el detalle que se requiere.

Respecto a las matrices origen – destino para el componente de salud, que actualmente se vincula estrictamente a la atención de madres gestantes, es posible tener información de registros administrativos más actualizada siempre que la secretaría de salud de la Gobernación, pueda compartir información de la atención de pacientes de las Empresas Prestadoras de Servicios de Salud (ESE), discriminando por el origen o lugar de residencia de cada paciente atendido. Esta información no sólo ofrece una visión mucho más amplia en la prestación de los servicios de salud a un nivel más especializado, sino que también será de un periodo más reciente. Para el caso de la variable de educación, también se podrían usar registros administrativos de matrícula de la secretaría de educación del departamento que provean información actualizada.

Referente a los flujos ambientales, estos se aproximan mediante la distribución de excedentes de áreas protegidas, sin embargo, una mejor medida para medir este componente, y ofrecerle un mayor enfoque al análisis urbano, es a través de los metros cuadrados de áreas verdes por habitante. Tal variable no se utilizó dada la imposibilidad de contar con tal indicador actualizado para todos los municipios de la región de estudio, y además ante la realidad de no presentarse ningún municipio con excedentes en áreas verdes, para aquellos que sí cuentan con tal indicador.

5.1.3 Encuesta multipropósito para el Atlántico

Para responder a los requerimientos de información actualizada y oportuna se recomienda implementar una encuesta multipropósito para el Atlántico que sirva de insumo para la medición de los flujos de movilidad y de servicios públicos y sociales; y que de manera adicional permita hacer una caracterización y seguimiento de las condiciones de vida de la subregionalización funcional garantizando representatividad estadística.

Para el caso de la dimensión de movilidad, la encuesta multipropósito para el Atlántico debe contener información origen-destino de la fuerza de trabajo que permita construir la variable de conmutación laboral. Y para el caso de la dimensión de servicios públicos y sociales, la encuesta multipropósito puede arrojar información más acertada sobre las variables de salud y educación, identificando los municipios hacia los que se desplazan las personas para acceder a estos servicios. Adicionalmente, para la variable de educación se podría lograr una desagregación por ciclo educativo.

La siguiente lista detalla los módulos de la encuesta multipropósito de Bogotá (2017) que puede servir de punto de partida para la construcción de una encuesta multipropósito para el Atlántico¹³:

- Identificación
- Datos de la vivienda y su entorno
- Condiciones habitacionales del hogar
- Servicios públicos domiciliarios y de TIC
- Composición del hogar y demografía

¹³ Se toma como referente temático la EMB, aunque vale la pena señalar que la encuesta multipropósito de Bogotá no contiene información de flujos.

- **Salud**
- Atención integral de los niños y niñas menores de 5 años
- **Educación**
- Uso de tecnologías de la información, tic
- Participación en organizaciones y redes sociales
- **Fuerza de trabajo**
- Percepción sobre las condiciones de vida y el desempeño institucional
- Gastos del hogar

Tabla 6. Recomendaciones sobre mejoras de información del IMIM y continuidad de la medición.

Dimensión de interdependencia	Variable	Fuente	Próxima actualización	Fuente/ Medición alternativa
Movilidad: Magnitud de los flujos de personas	Conmutación laboral	Censo 2005 (DANE). Ajustado usando mapa de luces nocturnas de la NASA*.	No disponible en censo 2018. Actualización con mapa de luces nocturnas de la NASA*.	Encuesta multipropósito para el Atlántico.
				Matriz origen-destino Cocrea
				Matriz origen-destino de viajes: alianza con Google maps, Waze, UBER.
				Matriz origen-destino de movilidad con base en información de telefonía celular.
Economía: Magnitud de flujos de bienes y servicios	Provisión de bienes agrícolas	Cuentas Nacionales DANE (2016). Google Maps (2017).		Matriz de carga origen-destino de bienes agrícolas.
	Provisión de bienes industriales	Cuentas Nacionales DANE (2016). Google Maps (2017).		Matriz de carga origen-destino de bienes industriales.
	Provisión de servicios transables	Cuentas Nacionales DANE (2016). Google Maps (2017).		Matriz de carga origen-destino de servicios transables.

Dimensión de interdependencia	Variable	Fuente	Próxima actualización	Fuente/ Medición alternativa
Servicios públicos y sociales: Magnitud de flujos de servicios	Provisión de servicios de educación superior	ICFES (2017) y Proyecciones de población 2016 (DANE)	2018	Registros administrativos. Encuesta multipropósito para el Atlántico, por ciclo educativo.
	Provisión de servicios de salud para madres gestantes	DANE (2013).		Matriz origen-destino pacientes que se atienden en ESE. Otros registros administrativos. Encuesta multipropósito para el Atlántico.
	Abastecimiento de agua potable	SIU – Superservicios y Proyecciones de población 2016 (DANE)		
	Disposición de residuos / rellenos sanitarios	ILAC (DANE) - SIU – Superservicios y Proyecciones de población 2015 (DANE)		
Ecosistemas compartidos: Magnitud de flujos de servicios ambientales y ecosistémicos	Provisión de servicios ecosistémicos:	DNP, Proyecciones de población 2016 (DANE), RUNAP (2017). Google Maps (2017).		M2 de zonas verdes por hab a través de Levamiento de información en POT/EOT/PBOT municipales

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

5.2 Gobernanza para potencializar las interdependencias

5.2.1 Gestión integral en la subregión interdependiente compacta

Uno de los principales resultados de este informe es el de la subregión interdependiente compacta que resultó de la aplicación del IMIM con una exigencia mínima de acumulación de flujos de 3% del total de flujos posible y que está conformada por Barranquilla, Soledad,

Puerto Colombia, Galapa, Tubará, Piojó, Sabanalarga, Palmar de Varela, Baranoa y Usiacurí.

La subregión interdependiente compacta conformada por 10 municipios que resulta de la aplicación del IMIM podría ser considerada como una propuesta de área metropolitana de Barranquilla y que permite la identificación de municipios que deben ser incorporados a la institucionalidad y configuración actual.

Conceptualmente, esta región interdependiente conformada por Barranquilla y otros nueve municipios está integrada a través de flujos compartidos de personas, bienes, servicios y de carácter ambiental. Para Sullivan, (2012, p. 13) un área metropolitana “incluye un área núcleo, que concentra la mayor parte de la población del área total, y una serie de comunidades adyacentes que están integradas en un sentido económico con el núcleo”. El resultado de la subregión interdependiente con base en el IMIM es compatible con esta definición; la unidad integradora es el flujo y el sentido económico está dado por la naturaleza del intercambio que estos flujos representan, incluso podría pensarse que la definición de la subregión interdependiente va un poco más allá de la integración estrictamente económica al incluir la dimensión de servicios sociales y ambientales.

Pero ¿por qué se recomienda ampliar el área metropolitana de Barranquilla a la subregión interdependiente compacta? Al ser la subregión compacta la que tiene una mayor exigencia en términos del volumen de flujos que comparten sus municipios, se recomienda gestionarlos a éstos de manera integral a través del esquema de gobernanza que ofrece un área metropolitana.

De acuerdo con Sullivan (2012), algunos elementos a tener en cuenta para determinar el nivel de la provisión de bienes públicos son los siguientes:

1. Diversidad de demanda: capacidad de conseguir un cruce eficiente entre la demanda y la oferta de bienes públicos a escala local.
2. Externalidades: capacidad de gestionar los beneficios de los bienes públicos locales que se desbordan más allá de los límites jurisdiccionales.
3. Economías de escala: capacidad de conseguir economías de escala en la provisión de bienes públicos.

De acuerdo a la evidencia presentada por Sullivan (2012), los gobiernos locales son eficientes en el aspecto 1 y lo son menos en los aspectos 2 y 3. De hecho, el autor identifica un trade off entre los puntos 1 y 2. Ahora bien, un abordaje metropolitano, en contraposición a un abordaje municipal, puede ser una solución razonable para que el nivel local logre conseguir eficiencia en los aspectos 2 y 3. “El gobierno metropolitano será más eficiente que el municipal si los spillover (o beneficios de las externalidades) son mayores que las ganancias en eficiencia obtenidas en el aspecto de la diversidad de la demanda”.

Si la subregión interdependiente compacta refleja integración fuerte con base en intercambios económicos, sociales y ambientales, un esquema de gobernanza metropolitana

le daría la posibilidad de gestionar estos flujos ya identificados con mayor flexibilidad que lo que puede lograr cada gobierno municipal por separado. Nótese que esta recomendación se hace a partir de una integración observada, es decir, el esquema de gobernanza metropolitana potenciaría esta integración observada en el aspecto de gestión de externalidades identificado por Sullivan. De otro lado, el costo en la dificultad de conseguir un matching de la diversidad de demanda se estaría minimizando porque el indicador mismo está garantizando, al menos para un conjunto de dimensiones, que hay una demanda compartida de bienes y servicios públicos entre los municipios que la conforman.

Finalmente, desde el punto de vista normativo, la subregión interdependiente con base en el IMIM es compatible con la definición de área metropolitana de la Ley 1625 de 2013:

Artículo 2. Objeto de las áreas metropolitanas. Las áreas metropolitana son entidades administrativas de derecho público, formadas por un conjunto de dos o más municipios integrados alrededor de un municipio núcleo, vinculados entre sí por dinámica e interrelaciones territoriales, ambientales, económicas, sociales, demográficas, culturales y tecnológicas que para la programación y coordinación de su desarrollo sustentable, desarrollo humano, ordenamiento territorial y racional prestación de servicios públicos requieren una administración ordenada.

La subregión interdependiente compacta cumple con la definición en los siguientes elementos: 1) Se identifica un núcleo que acumula la mayor cantidad de flujos que es Barranquilla. 2) los municipios están vinculados entre sí por interrelaciones que están representadas por flujos de entrada y salida de cada municipio hacia el núcleo y/o los demás de la subregión interdependiente. 3) Las interrelaciones ocurren en flujos de múltiples dimensiones (para el caso del IMIM son flujos económicos/demográficos, sociales, ambientales).

5.2.2 Gestión integral de la subregión interdependiente ampliada

La subregión interdependiente ampliada, que resulta de aplicar el IMIM para un umbral de 1.9% de todos los flujos posibles ($k=1.9\%$), está conformada por los 10 municipios de la subregión compacta más 9 municipios adicionales que son Malambo, Juan de Acosta, Luruaco, Ponedera, Candelaria, Santo Tomás, Polonuevo, Sabanagrande y Sitionuevo (Magdalena).

Si el énfasis en la subregión interdependiente compacta es en la integración de una demanda diversa y en la gestión de las externalidades, la subregión ampliada podría tener sus mayores ganancias en las economías de escala en la provisión de bienes públicos, por tanto, las interdependencias de la subregión ampliada pueden ser gestionadas por instrumentos de planeación complementarios que permitan la sincronización y la concurrencia de inversiones, como son los planes y esquemas asociativos territoriales, los contratos plan o y los planes de ordenamiento departamental (POD).

Cabe anotar que la gestión integral de la subregión ampliada es equivalente a la de la subregión compacta mientras no se apruebe ésta como área metropolitana. Los esquemas de

gobernanza que pueden ser adecuados para la gestión integral de la subregión ampliada son las asociaciones de municipios (más aún teniendo en cuenta que involucra municipios por fuera del departamento del Atlántico).

Finalmente, la gestión de la subregión ampliada, al no tener vocación de convertirse en un área metropolitana, también puede organizarse por subgrupos de municipios de acuerdo a la intensidad de los flujos compartidos en las dimensiones de interés de la política pública, o por temáticas o sectores de intervención. Para efectos de este análisis de subgrupos de municipios dentro de la subregión ampliada (o incluso dentro de la compacta) se puede hacer uso de la propiedad de descomponibilidad del IMIM y realizar descomposiciones geográficas (por municipios o grupos de municipios) o temáticas (por dimensiones o variables) tal como se especifica en las siguientes secciones.

5.2.3 Gestión sectorial en la subregión interdependiente ampliada y compacta

Además de la conformación de subregiones geográficas (compacta y ampliada) para gestión integral, el IMIM permite, a través de la aplicación de su propiedad de descomponibilidad, la conformación de subregiones para la gestión sectorial. En concreto el índice permite los siguientes ejercicios para orientar las políticas públicas sectoriales: 1) Ordenar las variables de acuerdo a su contribución en el total de flujos compartidos de la subregión. 2) Encontrar subregiones que tengan en común cierta acumulación de flujos por sector, es decir por variables o grupos de variables.

En este caso el tema de interés es el sector, representado en el índice por las variables de los diferentes flujos que se convierte en el criterio de descomposición para la conformación de las subregiones sectoriales. Algunos esquemas de gobernanza identificados para una gestión sectorial son aquellos que son definidos por las autoridades sectoriales regionales (transporte, salud, educación, etc.), acuerdos de asociatividad sectorial, convenios sectoriales, proyectos financiados con regalías, entre otros. Por su parte, los instrumentos de planeación más destacados para la gestión sectorial son los planes de desarrollo departamental, los planes maestros, los macroproyectos estratégicos (que involucran grupos de municipios) y los planes sectoriales; también se destacan instrumentos que involucran actores privados como lo son las APP, las obras por impuestos y la gestión de la Agencia para la Inversión del Atlántico (ProBarranquilla).

a. Flujos de movilidad

Actualmente, el AMB tiene competencias de autoridad regional de transporte para los municipios de su jurisdicción, sin embargo, los resultados del estudio muestran como todos los municipios de la región interdependiente ampliada y compacta, envían flujos importantes de personas hacia el municipio de Barranquilla, lo cual exhibe la necesidad de extender las labores de planificación del servicio de transporte público en relación con la infraestructura física, operacional y tarifaria, fuera los límites del AMB. Para operacionalizar esta coordinación y reconociendo las labores de representación que ejerce la Gobernación del Atlántico en la materia, se recomienda llevar a cabo un espacio de concertación y diálogo,

como una mesa regional de transporte, que tenga como producto principal la elaboración de un plan maestro de movilidad de alcance regional.

Por otro lado, dado que los flujos de personas, no solo se concentran hacia Barranquilla, con la intención de trabajar, sino también con la intención de atenderse en salud y para educarse, la infraestructura vial debe pensarse para facilitar estos desplazamientos.

b. Flujos económicos

Considerando que Barranquilla y Soledad, son los municipios de la subregión que se muestran agrícola-dependientes se debe gestionar acuerdos asociatividad sectorial o convenios sectoriales de éstos municipios, con los municipios que mayor cantidad de excedentes en la materia posee, que son Polonuevo y Santo Tomás, para apoyar el desarrollo de cultivos que abastezcan la demanda por bienes primarios, en especial en frutales y hortalizas. Tales acuerdos para el fomento del desarrollo productivo para Polonuevo y Santo Tomás, deben contemplar el mejoramiento de las vías terciarias que permitan comunicar a los campesinos con los centros de abastecimiento principales. Para la gestión efectiva de las relaciones comerciales de los flujos industriales y de servicios transables, también se pueden utilizar acuerdos asociatividad sectorial o convenios sectoriales.

c. Flujos de educación

Los resultados principales del IMIM muestran interdependencias fuertes marcadas de carácter unidireccional de todos los municipios del área de estudio hacia Barranquilla. Por lo tanto es preciso señalar que una de las principales recomendaciones de política pública es implementar estrategias que permitan planear mejor la localización de la oferta de educación terciaria en el departamento, aprovechando los niveles de conectividad vial con los que cuenta el departamento. Así mismo, tal proceso de planeación, no puede desconocer el establecimiento de un sistema de transporte intermunicipal que mitigue las barreras que puedan impedir que la población de municipios periféricos se beneficie de estas instituciones de educación superior. Para desarrollar estos procesos de planificación se puede acudir a la conformación de una autoridad regional o empoderar a la secretaría departamental de educación para tal fin.

d. Flujos de salud

En materia de servicios de salud, los resultados del estudio muestran una alta interdependencia de todos los municipios del área sobre Barranquilla. Teniendo en cuenta que los servicios de salud prestados a las madres embarazadas a la hora de dar a luz, son servicios que pueden ser prestados en hospitales de nivel uno, luego con el ánimo de minimizar tales desplazamientos y evitar riesgos de salud y costos económicos para esta población, se sugiere definir estratégicamente la localización de la infraestructura hospitalaria en el departamento, para que se ofrezca este servicio de manera confiable. Una autoridad regional puede realizar tales labores de planeación con un enfoque

supramunicipal y explotar en mejor medida las interdependencias entre los distintos municipios de la región.

e. Flujos de acueducto

Con relación a las interdependencias identificadas en la provisión del servicio de acueducto para el territorio funcional, se hace importante destacar las labores que la administración departamental ha liderado para la conexión de los sistemas de potabilización del agua de cada municipio en un único sistema de alcance regional, que permita minimizar los riesgos en el abastecimiento del recurso hídrico entre los municipios de la subregión funcional.

f. Flujos ambientales

Sin perjuicio de las competencias que tiene el gobierno nacional para la protección de las áreas protegidas en el territorio nacional, en correspondencia a los servicios ecosistémicos que éstas áreas ofrecen a los demás municipios del territorio funcional y dado los déficits de áreas verdes que presentan la mayoría de los municipios del departamento, se sugiere avanzar en la conformación de una asociación pública privada para la explotación sostenible de los servicios ofrecidos por las áreas protegidas para el desarrollo del ecoturismo.

Bajo este mismo esquema de operación se podría proceder para la declaratoria de nuevas áreas de reserva potencial, que ha identificado la Corporación Regional Ambiental del Atlántico (CRA), las cuales no han podido comprarse por falta de recursos para la adquisición de los predios. Un esquema de APP podría solventar esta situación mediante la estructuración de un proyecto que permita al privado llevar a cabo las inversiones para la adquisición de los predios que deben declararse como áreas protegidas con la contraprestación de poder realizar su debida conservación y explotación sostenible para actividades ecoturísticas .

5.2.4 Gestión puntual de flujos entre pares de municipios

Además de la gestión para grupos de municipios, bien sea para subregiones compacta y ampliada y para subregiones sectoriales, la tecnología de medición del IMIM también puede servir para orientar la gestión puntual entre pares de municipios. En este caso el potencial de la herramienta está antes del proceso de agregación y se centra en el uso de la matriz de flujos interdependientes. La sola matriz de flujos interdependientes permite elaborar una agenda para todos los pares de municipios conectados del departamento.

5.2.5 Gestión en los territorios desconectados

Finalmente, el IMIM también provee instrumentos para la orientación de la política de desarrollo territorial de los municipios desconectados de la subregión compacta o de la subregión ampliada. El uso de la matriz de flujos interdependientes y la simulación de diferentes escenarios de política pública puede ser una herramienta de mucho potencial para

determinar: cuáles son las políticas y las acciones de políticas pública más eficaces para conectar los territorios; y cómo debe ser la priorización de inversiones de infraestructura, de transporte, de conectividad digital, y la localización de equipamientos sociales. La pregunta que se respondería con este uso es la siguiente: ¿Cuáles son los flujos más estratégicos a estimular entre los municipios desconectados para lograr una mayor acumulación de flujos en la subregión interdependiente compacta o ampliada?

El caso de Luruaco, es un ejemplo de municipio que a pesar de clasificarse en el territorio funcional ampliado, es el único cuyo relleno sanitario para la disposición de sus residuos sólidos se encuentra fuera del departamento del Atlántico, a 47 kilómetros de distancia, en el municipio de Cartagena. Sobre este tema en particular, se sugiere revisar la alternativa de involucrar la demanda de este servicio con alguno de los rellenos sanitarios del departamento del Atlántico¹⁴, que por cercanía podrían representar ahorros en el costo de transporte de los residuos sólidos y potenciales mejores en la provisión del servicio.

En este caso los esquemas de gobernanza y los instrumentos de planeación son similares a los de la subregión interdependiente ampliada.

Tabla 7. Esquemas de gobernanza e instrumentos de planeación según la gestión de interdependencias

Gestión de interdependencias	Municipios /sectores	Uso del índice	Esquemas de gobernanza	Instrumento de planeación.
Gestión integral para la subregión interdependiente compacta.	Barranquilla, Soledad, Puerto Colombia, Galapa, Tubará, Piojó, Sabanalarga, Palmar de Varela, Baranoa y Usiacurí.	- Estimación de los indicadores H (incidencia) e intensidad (A). - Selección de municipios interdependientes para el $k=3\%$.	- Área metropolitana	- Plan de desarrollo metropolitano.
Gestión integral para la subregión interdependiente ampliada.	Barranquilla, Soledad, Galapa, Puerto Colombia, Malambo, Tubará, Juan de Acosta, Piojó, Luruaco,	- Estimación de los indicadores H (incidencia) e intensidad (A). - Selección de municipios interdependientes para el $k=1.9\%$. - Descomposición a nivel	- Constitución de asociaciones de municipios. - Esquemas asociativos territoriales.	- Planes de esquemas asociativos territoriales. - Contrato plan. - Plan de Ordenamiento

¹⁴ Los rellenos sanitarios que deben considerarse para la disposición de residuos sólidos de Luruaco son Puerto Rico (en Baranoa), El Clavo (en Palmar De Varela) y/o el Parque Ambiental Los Pocitos (en Galapa).

Gestión de interdependencias	Municipios /sectores	Uso del índice	Esquemas de gobernanza	Instrumento de planeación.
	Sabanalarga, Ponedera, Candelaria, Palmar de Varela, Santo Tomás, Polonuevo, Baranoa, Usiacurí, Sabanagrande y Sitionuevo (Magdalena)	municipal.		Departamental.
Gestión sectorial (subregión compacta y ampliada)	- Servicios transables - Salud - Educación - Ambiente - Movilidad - Residuos sólidos - Acueducto - Bienes y productos industriales - Productos agrícolas	- Descomposiciones por variable o dimensión.	- Autoridades regionales sectoriales (transporte, ambiente, salud, educación, etc.). - Acuerdos de asociatividad sectorial. - Convenios sectoriales. - Contratos territoriales. - Proyectos financiados con regalías. - Convenios para el pago de servicios ambientales.	- Plan de desarrollo departamental (equipamientos). - Planes maestros (movilidad, transporte, etc.). - Políticas sectoriales (planes departamentales de agua, planes territoriales de salud, plan departamental de educación, plan de gestión integral de residuos sólidos (pegirs), planes departamentales de empleo, plan regional de competitividad, plan sectorial de seguridad alimentaria). - Macroproyectos estratégicos (navegabilidad del río, etc.). - APP. - Obras por impuestos. - Agencia de inversión del Atlántico (ProBarranquilla).

Gestión de interdependencias	Municipios /sectores	Uso del índice	Esquemas de gobernanza	Instrumento de planeación.
Gestión puntual de flujos	- Pares de municipios conectados de todo el universo de municipios que forman parte del ejercicio.	- Matriz de flujos interdependientes	- Convenios interadministrativos	- Planes municipales de desarrollo. - APP. - Obras por impuestos. - Agencia de inversión del Atlántico (ProBarranquilla).
Gestión de los territorios desconectados	- Municipios excluidos de la subregión interdependiente compacta o ampliada.	- Matriz de flujos interdependientes. - Simulaciones de H (incidencia) y A (intensidad) sobre los flujos interdependientes.	- Constitución de asociaciones de municipios - Esquemas asociativos territoriales.	- Planes de esquemas asociativos territoriales. - Contrato plan. - Plan de Ordenamiento Departamental.

Fuente: Elaboración propia con base en Bateman et al. (2018).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2013). *El impacto del comercio internacional en el tamaño de las ciudades portuarias: un análisis desde la Nueva Geografía Económica*. Documento CEDE 45 de 2013: Universidad de los Andes.
- Aguilera, M., Reina, Y., Orozco, A., Yabrudy, J., & Barcos, R. (2013). *Composición de la economía de la región Caribe de Colombia*. Ensayos sobre Economía Regional (ESER). Núm. 53. Banco de la República.
- Aguilera, M., Reina, Y., Orozco, A., Yabrudy, J., & Barcos, R. (2017). Evolución socioeconómica de la región Caribe colombiana entre 1997 y 2017. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana*.
- Alkire, S., & Foster, J. (2007). Counting and Multidimensional Poverty Measurement. *OPHI working paper series*(7).
- Alkire, S., & Foster, J. (2011). Counting and Multidimensional Poverty Measurement. *Journal of Public Economics*, 97(7-8), 476-487.
- Alkire, S., Foster, J., Seth, S., Santos, M., Roche, J., & Ballon, P. (2015). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

- Alkire, S., Foster, J., Seth, S., Santos, M., Roche, J., & Ballón, P. (2015). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis*. Oxford, United Kingdom: Oxford Press.
- Barcelona Activa. (Noviembre de 2012). *Barcelona Treball*. Obtenido de http://w27.bcn.cat/porta22/images/es/Barcelona_treball_Capsula_sectorial_Transporte_Maritimo_Noviembre2012_es_tcm24-22791.pdf
- Bateman, A., Lopez-Ghio, R., Ramirez, J., Rojas, F., & Salazar Echavarria, C. (2018). *Interdependencia municipal en regiones metropolitanas: el caso de la Sabana de Bogotá*. Banco Interamericano de Desarrollo. BID.
- Bateman, A., Penagos, A. M., Ramírez, J. M., Martín, T., Díaz, Y., & Satizábal, S. (2018). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la definición de una subregionalización funcional en Colombia*. Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Planeación-DNP; Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural-RIMISP.
- BBC Mundo. (23 de Febrero de 2013). Barcos cargueros, los grandes monstruos del océano. *British Broadcasting Corporation*.
- Berdegúe, J., Carriazo, B., Jara, B., Modrego, F., & Soloaga, I. (2012). *Ciudades, Territorios y Crecimiento Inclusivo en Latinoamérica: Los Casos de Chile, Colombia y México*. Documento de Trabajo N° 118. Programa Dinámicas Territoriales Rurales: Rimisp, Centro Latino Americano para el Desarrollo Rural. Santiago, CL. 55p.
- Caldeirinha, V. R., Felicio, J. A., & Coelho, J. (2009). The influence of characterizing factors on port performance, measured by operational, financial and efficiency indicators. *Energy systems and naval science*, 58-70.
- Carriazo, F., & Reyes, M. (2012). Territorios funcionales: un análisis del gradiente rural-urbano para Colombia. *Documentos CEDE*.
- Centro de Investigaciones para el Desarrollo. (2012). Identificación, diagnóstico y caracterización de las concentraciones y aglomeraciones productivas, clúster, formas asociativas, cadenas productivas, y otras forma productivas en el Distrito Capital.
- Cullinane, K., & Wang, T. F. (8 de 2015). The Efficiency of European Container Terminals and Implications for Supply Chaing Mangaement. En H. Haralambides (Ed.), *Port Management* (págs. 252-272). Palgrave Macmillan.
- de Greiff Moreno, C. (2006). El Meridiano Portuario del Pacífico. Situación del comercio marítimo internacional. *Dinero*.
- De la Hoz, J. V. (2000). De Colpuertos a las sociedades portuaria: los puertos del Caribe Colombiano 1990-1999. *Banco de la República*.
- Dekle, R., & Eaton, J. (1999). *Agglomeration and land rents: Evidence from the prefectures*. *Journal of Urban Economics*, vol. 46, núm. 2, pp. 200–214.
- Del Rosario, P., Morrobel, J., & Escarramán, A. (2015). Los territorios rurales funcionales: Una opción para la política de desarrollo rural territorial en la

República Dominicana. *Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)*., 142.

Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Encuesta Nacional de Logística*.

DIMAR- Dirección General Marítima. (1992). *Capitanía de Puerto de Santa Marta*.
Obtenido de DIMAR:
https://www.dimar.mil.co/capitania_santamarta/rese%C3%B1a-historica

Dirección de Asuntos Económicos, Analdex. (23 de 06 de 2016). *Impacto de la ampliación del canal de Panamá para Colombia*. Obtenido de ANALDEX:
<http://www.analdex.org/2016/06/23/impacto-de-la-ampliacion-del-canal-de-panama-para-colombia/>

DNP. (2013). *Definición legal y funcional de los esquemas asociativos de entidades territoriales en Colombia*. Bogotá, D.C.: Comité Especial Interinstitucional. Comité Técnico Intersectorial De Asociatividad Territorial.

DNP-DDRS. (2014). *Definición de categorías de ruralidad. Misión para la transformación del campo*. Bogotá: DNP.

DNP-DDU. (2012). *Algunos aspectos metodológicos del sistema de ciudades colombiano*. Bogotá: DNP.

DNP-DDU. (2012). Libro Sistema de Ciudades – Una política nacional para el sistema de ciudades colombiano con visión a largo plazo.

Duffo, E. B. (2013). El Río Magdalena: Escenario primordial de la patria. *Credencial Historia*.

Duranton, G. (2008). *Cities: Engines of Growth and Prosperity for Developing Countries?. Commission of Growth and development – Working Paper No.12*. Washington: World Bank.

Duranton, G. (2015). *A Proposal to Delineate Metropolitan Areas in Colombia*. Revista Desarrollo y Sociedad: Universidad de los Andes.

Dwarakish, G. S., & Muhammad Salim, A. (2015). Review on the Role of Ports in the Development of a Nation. *Aquatic Procedia*, 295-301.

El tiempo. (28 de Agosto de 2014). El desarrollo economico arriba a buen puerto. *El tiempo* .

Ellison, G., Glaeser, E., & Kerr, W. (2010). *What Causes Industry Agglomeration? Evidence from Coagglomeration Patterns*. American Economic Review, vol. 100, pp. 1195–1213.

Escobar Gómez, I. X., Suarique Ávila, D. K., & Sotelo Blanco, M. A. (2012). Diagnóstico de la Situación Portuaria de Buenaventura para Realizar Comercio Asia Pacifico. *Tesis de Grado - Universidad del Rosario*.

Faiguembaun, S. (2011). *Hacia una definición de “rural” con fines estadísticos en América Latina* (Vols. pp. 67-89). (S. W. 397, Ed.) En Dirven, M.; Perico, R.E;

- Sabalain, C.; Rodríguez, A.; Baeza, D.C.; Peña, C.; Faguembaun, S.,
Definiciones oficiales de “rural” y/o “urbano” en el mundo: Documento de
Proyecto Cepal.
- Foster, J., Greer, J., & Thorbecke, E. (1984). A Class of Decomposable Poverty
Measures. *Econometrika*, 761-766.
- Fujita, M., & Krugman, P. (2004). La nueva geografía económica: pasado, presente y
futuro. *Investigaciones Regionales*, 177-206.
- Fujita, M., & Mori, T. (1996). The role of ports in the making of major cities: self-
agglomeration and hub-effect. *Journal of development Economics*, 93-120.
- Fujita, M., & Thisse, J. F. (2002). *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location,
and Regional Growth*. Cambridge, UK, New York.
- Gamez, M. C. (Noviembre de 2013). Una infraestructura eficiente y competitiva en
Colombia. Diagnostico y Perspectivas. *Tesis*. Bogotá, Colombia.
- Gaur, P. (2005). *Port Planning as a Strategic Tool: A Typology*. Antwerp: Institute of
Transport and Maritime Management Antwerp, University of Antwerp.
- Gobierno de Colombia. (Septiembre de 2014). *Informe de prensa - Manos a la obra para
construir un nuevo país*. Obtenido de Instituto Nacional de Vías:
[https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/ministerio-
prensa/3049-ministerio-prensa/file](https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/ministerio-prensa/3049-ministerio-prensa/file)
- Goodwin, R., & Hampton, G. (1998). Economic changes facing ports and factors
affecting port competitiveness. *Southwest Region University Transportation
Center, Center for Transportation Training and Research*.
- Gudmundsson, A. (2009). Prácticas de seguridad relativas a la estabilidad de buques
pesqueros pequeños. *FAO Documento técnico de pesca y acuicultura 517*, 1-64.
Obtenido de Definiciones - FAO:
<http://www.fao.org/docrep/012/i0625s/i0625s02a.pdf>
- Hoz, J. V. (2005). Los puertos marítimos de Colombia en la década de los noventa.
Investigaciones sobre Economía Regional de Sucursales - CEER.
- Krugman, P. (1991). *Increasing Returns and Economic Geography*. vol. 99, núm. 3, pp.
483-499. *Journal of Political Economy*.
- López Ghio, R., Ramírez, J., Rojas, F., Salazar Echavarría, C., & Bateman, A. (2018).
Interdependencia municipal en regiones metropolitanas: el caso de la Sabana de
Bogotá. *Monografía del BID(602)*.
- López, R., Ramírez, J. M., Rojas, F., Salazar, C., & Bateman, A. (2018).
Interdependencia municipal en regiones metropolitanas El caso de la Sabana de
Bogotá. *Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Lopez-Ghio, R., Ramírez, J. M., Rojas, F., Salazar Echavarría, C., & Bateman, A. (2018).
Interdependencia municipal en regiones metropolitanas el caso de la Sabana de

- Bogotá. *BID*. Obtenido de
<https://publications.iadb.org/handle/11319/8866#sthash.X487eKOY.dpuf>
- Merk, O., & Dang, T.-T. (2013). The Effectiveness of Port-City Policies: A Comparative Approach. *OECD Regional Development Working Papers*, 1-34.
- Mitchel, W., & Watts, M. (2010). Identifying Functional Regions in Australia Using Hierarchical Aggregation Techniques. *Geographical Research*, 24-41.
- Muñoz, I. (2005). *Descentralización, integración y policentrismo en Barcelona*. Document de Treball, Departament d'Economia Aplicada. : Universidad Autonoma de Barcelona.
- OECD. (2010). *Regional Development Policies in OECD Countries*. OECD publishing.
- OECD. (2011). *OECD regional typology*. Disponible en:
https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECD_regional_typology_Nov2012.pdf.
- OECD. (2016). *Functional urban áreas in Colombia*. OECD Regional Development Working Papers 2016/08.
- Otero, A. (2011). El puerto de Barranquilla: Retos y recomendaciones . *Documentos de trabajo sobre economía regional*.
- Parra, E. (2009). Ordenamiento Territorial Costero en el Caribe Colombiano. Las directrices del estado en los casos de estudio de Coveñas y San Andrés. *Tesis de maestría en estudios urbano regionales*. Universidad Nacional de Colombia, 291.
- Polanco, A., & Robles, J. (2011). *Encadenamientos hacia atrás y hacia adelante en la economía del Valle del Cauca, año 2014*. : Revista de Economía y Administración, 8 (1).
- Portafolio. (04 de Junio de 2012). Transporte de carga vuelve a surcar por el río Magdalena. *Portafolio*. Obtenido de
<http://www.portafolio.co/economia/finanzas/transporte-carga-vuelve-surcar-rio-magdalena-112260>
- Puga, D. (2009). *The magnitude and causes of agglomeration economies*. IMDEA Social Sciences and CEPR: núm. 9.
- Schejtman, A., & Berdegue, J. (Marzo de 2004). Rural Territorial Development. Documento de Trabajo No 4. Programa Dinámicas Territoriales Rurales. 1-71. Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2016). Una Visión General del Sector de Puertos en Colombia. *Estudios Económicos Sectoriales*, 1-65.
- Tenjo, J., Gracia, O., & Karl, C. (2006). Guía para la construcción de matrices insumo-producto y de contabilidad social en Colombia. *Borradores de investigación*, 28.
- Tibbetts, J. (Noviembre de 2002). Coastal cities living on the edge. *Environmental Health Perspectives*, 110(11), A674-A681.

- Todaro, M., & Smith, S. (2012). *Economic Development*. Boston : Pearson .
- Tolbert, C. M., & Sizer, M. (1987). *Labor Market Areas for the United States. Agricultural and Rural Economy Division*. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture: Staff Paper No. AGES-870721.
- Turner, H., Windle, R., & Dresner, M. (2004). North American containerport productivity: 1984-1997. *Transportation Research Part E*, 40, 339-356.
- United Nations . (2017). *Maritime and Logistics Profile of Latin America and the Caribbean*. Economic Commission for Latin America and the Caribbean.
- Universidad ICESI. (2013). *Buenaventura un Puerto Competitivo y Próspero - Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A*. Consultorio de comercio exterior - ICECOMEX.
- Viloria de la Hoz, J. (2008). Santa Marta: ciudad tairona, colonial y republicana. *Credencial Historia*(223).
- Wense, Y., Yong, L., & Peilei, F. (2016). *Measuring urban sprawl and its drivers in large Chinese cities: The case of Hangzhou*. *Land Use Policy*, Volume 31, 2013, pp. 358-370.
- Wheaton, W., & Lewis, J. (2002). *Urban wages and labor market agglomeration*. *Journal of Urban Economics*, vol. 51, núm. 3, pp. 542–562.
- Wiegmans, B. (2003). Performance Conditions for Container Terminals. *Maritime Conditions for Container Terminals*, 6, 276-277.
- World Food Program. (2013). *Colombia Puerto de Barranquilla*. Obtenido de Logistics Capacity Assessment:
<http://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.1.2+Colombia+Puerto+de+Barranquilla>

ANEXO 1 - CARACTERIZACIÓN DE LAS RELACIONES FUNCIONALES EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

El departamento del Atlántico cuenta con 3.386 km², luego de Quindío y San Andrés, es el departamento con la menor extensión territorial, la cual representa solo el 0.29% del territorio nacional. A pesar de su tamaño reducido, es el sexto departamento más importante del país en términos económicos, aportando el 4,5% del Producto Interno Bruto Nacional. En el Atlántico se concentra el 5% de la población total, dejándose ver como el cuarto departamento más poblado detrás de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca.

Siguiendo la tendencia general del país, el Atlántico registra un alto porcentaje de su población en los centros urbanos. Según proyecciones del DANE para el año 2018, la población urbana en el Atlántico representa el 95.8%, con 2'438.533 habitantes. , y se proyecta para el 2050 con 3'065.610 de habitantes, lo que representa un incremento demográfico de 627.077 personas en este horizonte de tiempo (DNP-DDU, 2012).

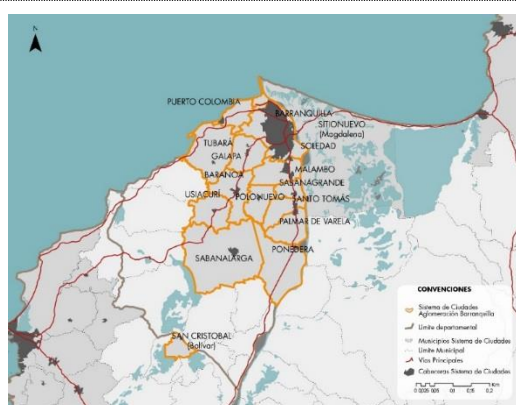
Así mismo, se organiza político administrativamente en 23 municipios, siendo su capital Barranquilla, la cual concentra aproximadamente el 70% de la actividad económica del departamento, y se clasifica como distrito especial, industrial y portuario. Adicionalmente, cuenta con un Área Metropolitana, definida como la conurbación conformada por los municipios de Barranquilla, Soledad, Galapa, Puerto Colombia, y Malambo. Se encuentra ubicada en el norte del departamento del Atlántico, es la primera conurbación de la Región Caribe, y el área de influencia político-administrativa más densamente poblada de la región y la cuarta del país.

Según la metodología del Sistema de Ciudades, en el departamento del Atlántico existe una aglomeración urbana que engloba 16 municipios y cuyo núcleo es Barranquilla (Mapa 1- Gráfico 47.). En una perspectiva de largo plazo, se proyecta la consolidación de un gran eje regional en el caribe conformado por 25 municipios, integrado por la aglomeración de Barranquilla, la aglomeración de Cartagena (Cartagena, Arjona, Clemencia, Santa Rosa, Turbaco, Turbaná, Villanueva) y los municipios de Santa Marta y Ciénaga (Mapa 2- Gráfico 47.).

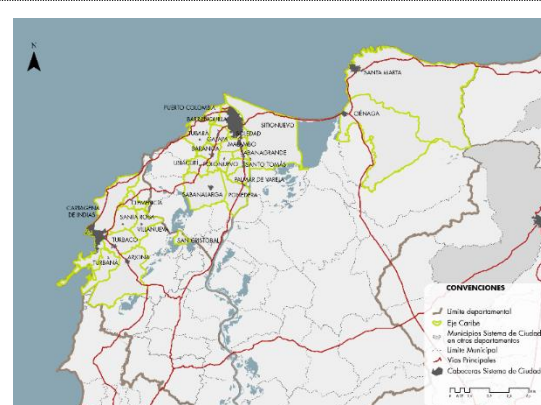
Es importante mencionar que el anterior diagnóstico parte de enfocarse en aquellas relaciones funcionales que se presentan entorno a una ciudad principal o núcleo, se capturan a través de las interacciones en el mercado laboral y existen beneficios positivos derivados de la aglomeración misma.

Gráfico 47. Mapa Sistema de ciudades del Eje Caribe: Presente y Prospectiva.

Mapa 1: Aglomeración de Barranquilla



Mapa 2: Prospectiva eje regional Caribe



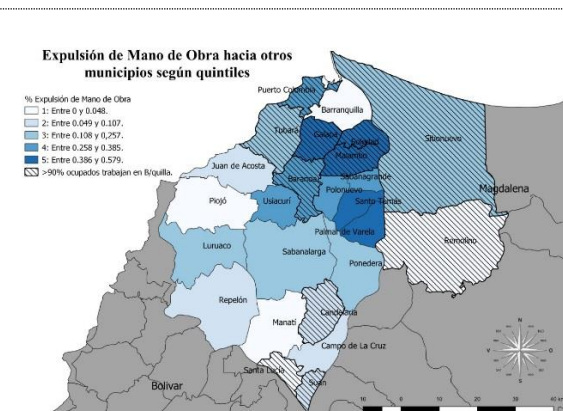
Fuente: Misión del sistema de ciudades. (DNP-DDU, 2012).

1.1 Interdependencias en movilidad

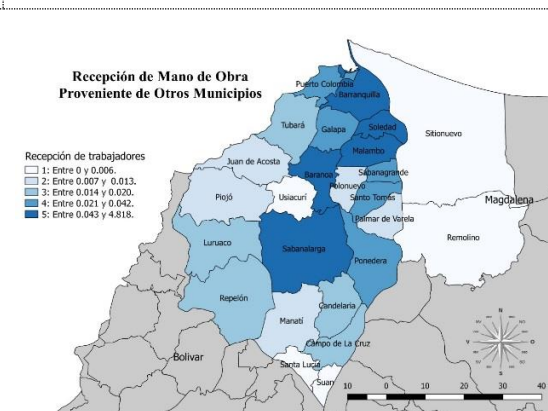
Actualmente, el Atlántico contabiliza un total de 1.167.994 de personas ocupadas, según el censo poblacional de 2005, este valor apenas superaba las 635 mil personas, lo cual evidencia un aumento superior al 46%. En promedio, el 77,2% de las personas ocupadas lo hacen en su mismo municipio. Sin embargo, 15 municipios expulsaban más del 10% de su población ocupada a trabajar fuera de sus límites territoriales, principalmente hacia Barranquilla, siendo Galapa, el municipio que mayor porcentaje de su población ocupada tiene laborando en Barranquilla, a tal punto que el 62,8% se moviliza hacia la ciudad capital para desarrollar su actividad productiva. Lo anterior, clasifica al distrito de Barranquilla como el principal polo de atracción del empleo de la zona, seguido por Soledad, Malambo, Baranoa y Sabanalarga.

Gráfico 48. Mapa de los flujos de expulsión y recepción de mano de obra.

Mapa 1: Flujos de expulsión de mano de obra



Mapa 2: Flujos de recepción de mano de obra

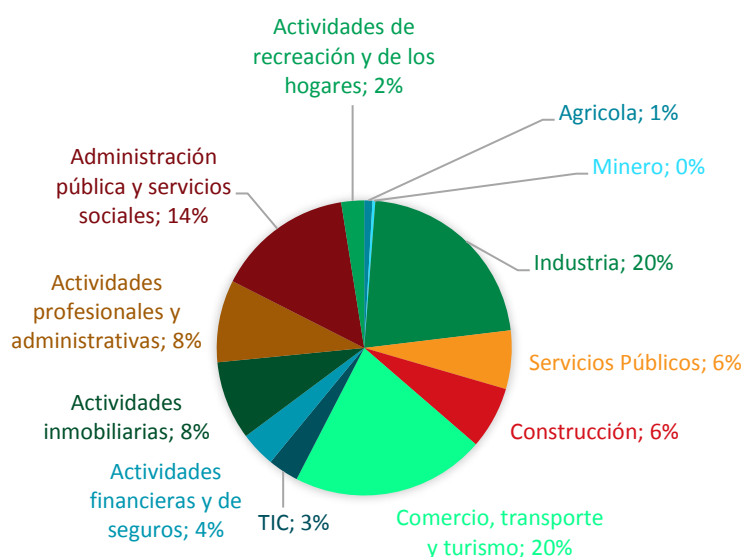


Fuente: DANE (2005). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

1.2 Interdependencias en economía

En términos económicos, el departamento cuenta con un fuerte sector industrial y comercial, y de transporte y turismo; a tal punto que estos dos sectores explican el 40% del Producto Interno Bruto departamental. A pesar que la distribución de la participación sectorial dentro de la estructura productiva ha sido estable en la historia reciente del departamento, es destacable cómo la construcción, las actividades financieras y las TIC han sido los sectores que generaron el mayor impulso económico en los últimos años, el PIB de éstos sectores se ha más que duplicado entre 2005 y 2017.

Gráfico 49. Participación promedio de los sectores productivos en el PIB del Atlántico entre 2005-2017



Fuente: Dane (2017). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

El Producto Interno Bruto del Atlántico en 2015 alcanzó los \$29.633,89 miles de millones. Luego de Barranquilla, los municipios de mayor importancia económica son, en su orden: Soledad, Malambo, Baranoa y Sabanalarga. Éstos 5 municipios explican el 90,5% del PIB departamental.

Si bien el Atlántico no cuenta con un sector primario ampliamente representativo, se destacan 5 municipios donde más del 20% de su PIB se genera en los sectores de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; y explotación de minas y canteras: Polonuevo, Santo Tomás, Repelón, Remolino¹⁵ y Ponedera. Bajo el supuesto de economía cerrada para la región de estudio, se establece que lo producido en la región se consume en la región, y se realiza una aproximación de la distribución de los excedentes del sector primario desde los municipios que cuentan con tal excedente hacia los municipios que presentan un déficit para satisfacer la demanda interna por los productos que ese mismo sector produce. De esta manera, municipios con alta vocación en el sector primario son los que mayores porcentajes de excedentes expulsan, siendo Polonuevo, el municipio que mayor proporción de excedentes distribuye

¹⁵ Los municipios de Remolino y Sitionuevo, del departamento del Magdalena, hacen parte de la región del estudio por lo cual se incluyen a lo largo del documento.

hacia los otros municipios de la región de estudio, seguido por Santo Tomás, Repelón, Ponedera y Baranoa. Por otro lado, Barranquilla es el municipio que mayor proporción de excedentes recibe de otros municipios para satisfacer su demanda interna por productos del sector primario.

Gráfico 50. Flujos de expulsión y recepción de excedentes primarios.

Diagrama 1: Flujos de expulsión de excedentes primarios

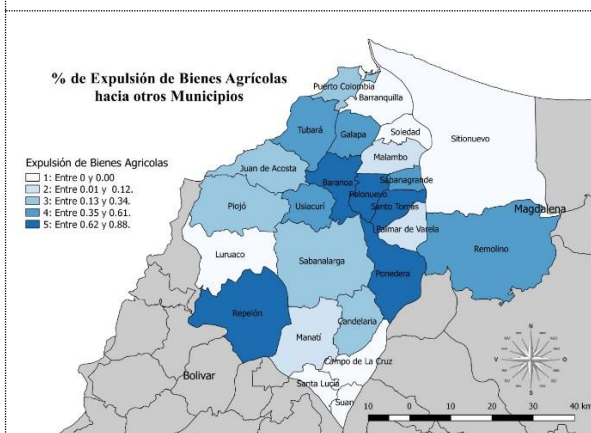
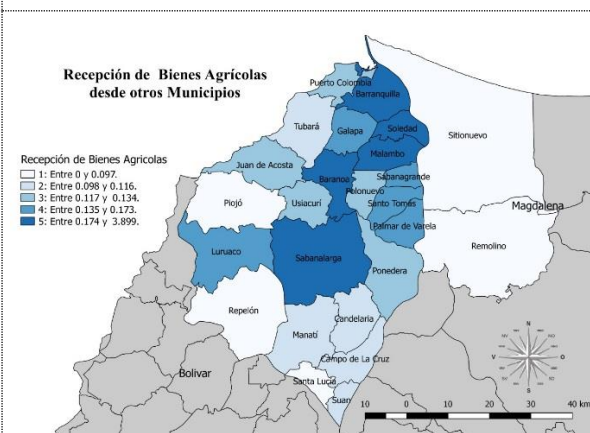


Diagrama 2: Flujos de recepción de excedentes primarios



Fuente: DANE (2015). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

El sector secundario¹⁶ aporta el 34,6% del PIB departamental. Malambo, Galapa, Baranoa, Sabanagrande y Barranquilla, son los que mayor vocación industrial presentan respecto a su estructura económica. Para la distribución de los excedentes industriales, se siguió la misma lógica aplicada a la distribución de los excedentes del sector primario, se visibiliza que aquellos municipios con los mayores excedentes industriales son aquellos que mayor porcentaje de tales excedentes distribuyen hacia otros municipios. El municipio que mayor proporción de flujos industriales recibe de los demás municipios es Barranquilla, lo que indica que la producción industrial del distrito, a pesar de generar excedentes, demanda otro tipo de bienes industriales de otros municipios de la región.

¹⁶ Se clasifican en el sector secundario: Industria manufacturera, Suministro de electricidad, gas y agua, y Construcción.

Gráfico 51. Flujos de expulsión y recepción de excedentes secundarios.

Diagrama 1: Flujos de expulsión de excedentes secundarios

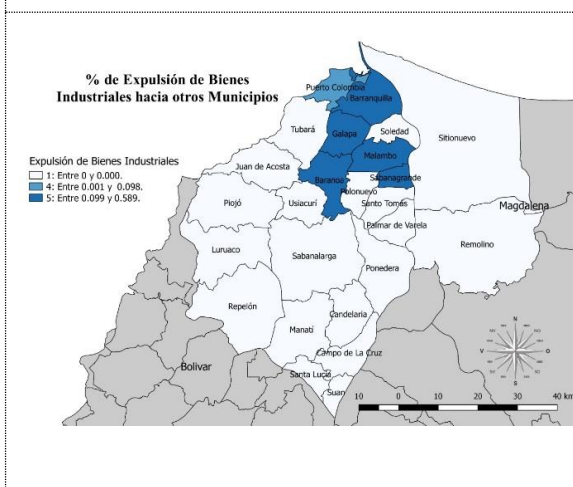
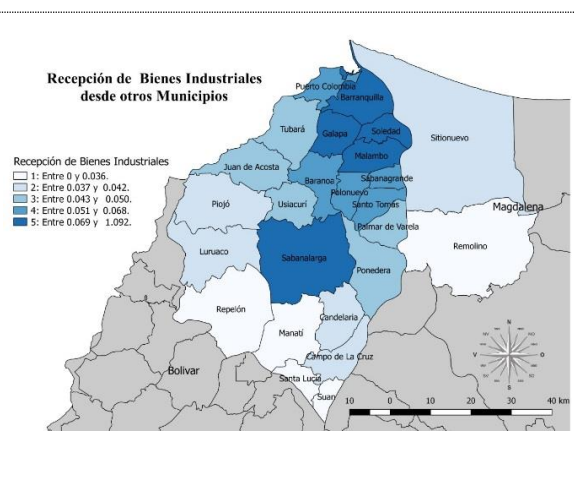


Diagrama 2: Flujos de recepción de excedentes secundarios



Fuente: DANE (2015). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Por su parte, los municipios que concentran un mayor porcentaje de su PIB en el sector terciario¹⁷ o de servicios, son: Sitionuevo, Campo de la Cruz, Puerto Colombia, Santa Lucía y Suán. Sin embargo, los municipios que mayor proporción de sus excedentes expulsa hacia otros municipios son Barranquilla y Puerto Colombia, ambos con notable vocación en el sector terciario, más del 60% de su PIB se concentra en el sector terciario. Así mismo, Barranquilla por su importancia económica y por la alta demanda por estos servicios, es el municipio que mayor proporción de excedentes de servicios recibe de otros municipios.

Gráfico 52. Flujos de expulsión y recepción de excedentes terciarios.

Diagrama 1: Flujos de expulsión de excedentes terciarios

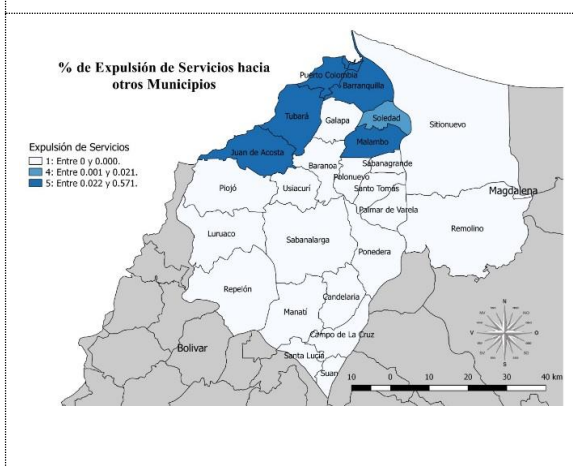
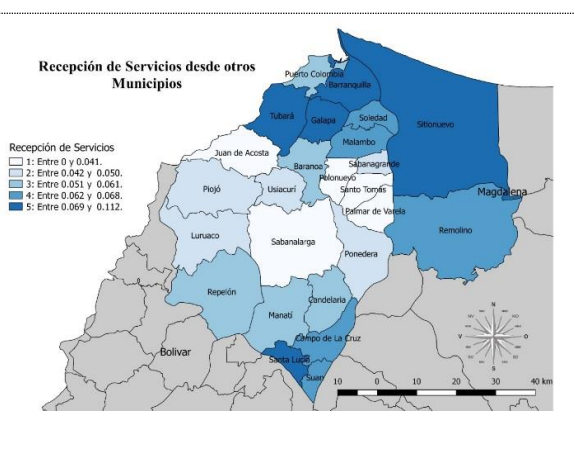


Diagrama 2: Flujos de recepción de excedentes terciarios



Fuente: DANE (2015). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

17 Se incluyen en el sector terciario: Comercio, reparación, restaurantes y hoteles, Transporte, almacenamiento y comunicaciones, Establecimientos financieros, seguros y otros servicios, Actividades de servicios sociales y personales.

1.3 Interdependencias en servicios sociales y públicos domiciliarios

En relación a los servicios de educación superior, vale la pena mencionar que el departamento del Atlántico posee mayor cobertura que el total nacional. La tasa de cobertura en 2016, fue mayor a la nacional en ocho puntos porcentuales. La mayor cobertura en educación superior la ostenta Barranquilla, quien ofrece el 96% de las matriculas de educación superior del departamento. Además, Barranquilla cuenta con las dos únicas instituciones con acreditación de alta calidad en el departamento, la Universidad del Norte y la universidad Simón Bolívar.

Tabla 8. Tasa de cobertura en educación superior, Atlántico y Nacional

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Departamento	37.9%	40.2%	42.0%	49.5%	56.8%	58.4%	59.6%
Nacional	37.1%	40.4%	41.7%	45.2%	47.8%	49.4%	51.5%

Fuente: Cálculos del Ministerio de Educación Nacional con base en: SNIES - MEN - Proyecciones de población DANE.

Durante el segundo semestre del año 2017, 14.447 estudiantes que residen en la región del estudio presentaron sus pruebas Saber Pro o Saber Técnica y Tecnológica, siendo la Institución Universitaria ITSA-Soledad, la que mayor número de egresados en carreras técnicas y tecnológicas aportó durante el 2017-II. El mayor número de egresados de carreras universitarias lo aporta la Universidad del Atlántico, seguida por la Universidad del Norte.

Tabla 9. Principales instituciones educativas según número de estudiantes que presentaron pruebas saber Pro y Técnicas y Tecnológicas.

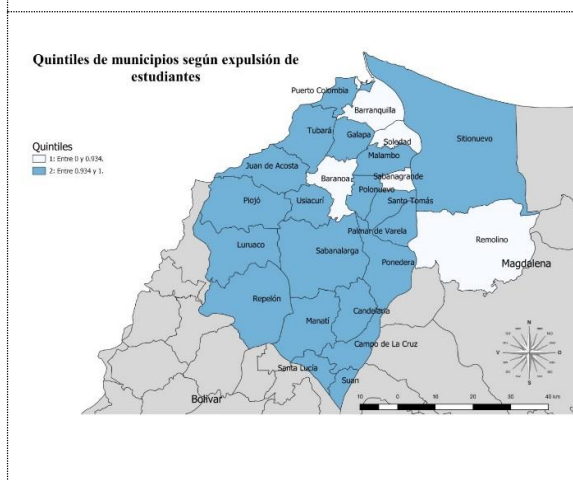
Técnico Profesional y Tecnología		Universitario	
Nombre Institución	No. Estudiantes	Nombre Institución	No. Estudiantes
Institución Universitaria ITSA-Soledad	468	Universidad del Atlántico-Barranquilla	2863
Corporación Universitaria Americana-Barranquilla	451	Universidad del Norte-Barranquilla	1707
Corporación Politécnico De La Costa Atlántica-Barranquilla	214	Corporación Universidad de la Costa, CUC-Barranquilla	1545
Corporación Educativa Del Litoral-Barranquilla	145	Universidad Simón Bolívar-Barranquilla	1496
Escuela Normal Superior Del Distrito Barranquilla-Barranquilla	141	Universidad Autónoma Del Caribe-Barranquilla	1460

Fuente: ICFES (2017). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

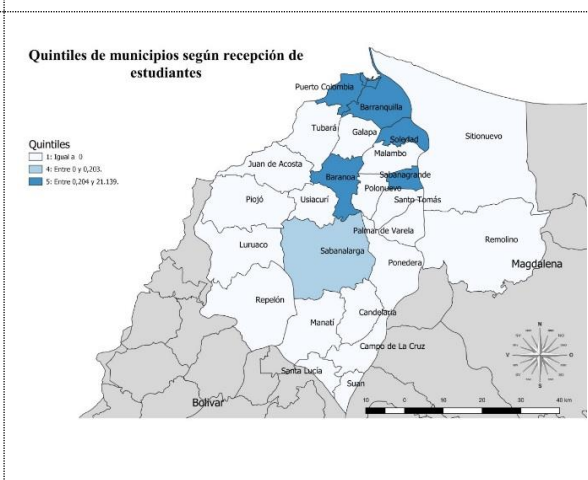
Dado que las instituciones educativas se encuentran ubicadas principalmente en Barranquilla, la mayoría de los estudiantes que residen en otros municipios se desplazan hacia la ciudad capital del departamento del Atlántico para cursar educación superior. El municipio que mayor número de personas expulsa es Soledad, con 2.305 personas que se desplazan a Barranquilla a estudiar. 18 de los 25 municipios de la región de estudio expulsan el 100% de su población estudiantil residente a otros municipios a estudiar. Barranquilla, Baranoa, Puerto Colombia, Sabanagrande, Sabanalarga, Soledad y Remolino, conservan un porcentaje de su población estudiantil estudiando en su municipio de residencia, en el caso de Remolino el 75% de los estudiantes de educación superior se desplazan a Santa Marta.

Gráfico 53. Mapa de los flujos de expulsión y recepción de estudiantes de educación terciaria.

Mapa 1: Flujos de expulsión de estudiantes de educación terciaria



Mapa 2: Flujos de recepción de estudiantes de educación terciaria

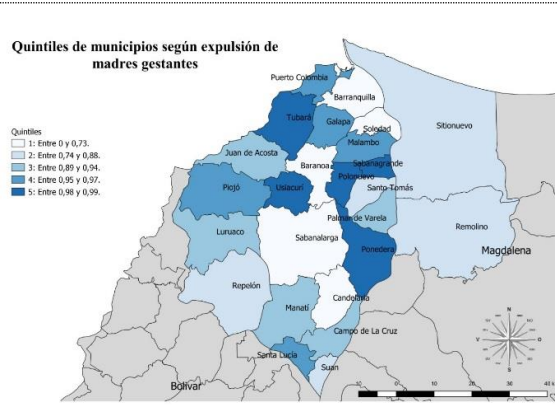


Fuente: ICFES (2017). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

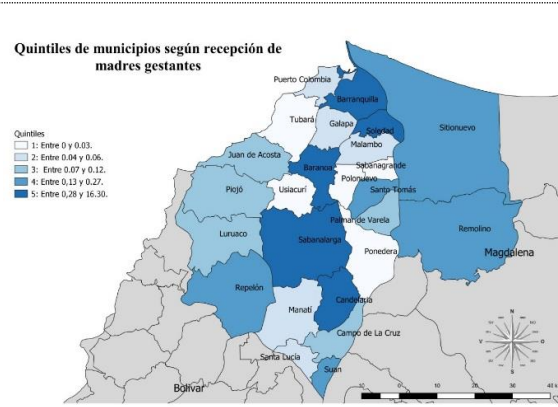
En relación a los servicios de salud, en el año 2013 cerca de 39.286 madres gestantes residentes en el departamento del Atlántico se atendieron en algunos de los municipios de la región de estudio, 12.381 lo hicieron fuera de sus municipios de residencia. En general, 14 municipios muestran que el 90% de las madres gestantes se desplazan fuera de su municipio de residencia para atender su parto. Los municipios que mayor proporción de madres gestantes expulsa para atenderse en otros municipios son: Ponedera, Polonuevo, Sabanagrande, Tuberá y Usiacurí. Por otro lado, la mayor presión por servicios de atención médica recae en Barranquilla, hacia donde se desplazan 83% de las madres que se atienden fuera de su municipio de residencia.

Gráfico 54. Mapa de los flujos de expulsión y recepción de madres gestantes.

Mapa 1: Flujos de expulsión de madres gestantes



Mapa 2: Flujos de recepción de madres gestantes



Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

En materia hídrica, el departamento del Atlántico cuenta con 4 grandes afluentes de agua: el Canal del Dique, la Ciénaga de Guájaro, la Laguna de Luruaco y el Río Magdalena. Éste último en particular, bordea toda la margen derecha del departamento y es límite territorial con el departamento vecino del Magdalena provee de agua a 20 de los 25 municipios de la región de estudio. Sin embargo la provisión del servicio de agua se encuentra ampliamente relacionada con la ubicación de la planta de tratamiento del recurso hídrico, reflejando la interdependencia de algunos municipios sobre aquellos que cuenten con la planta dentro de su jurisdicción. De esta manera, en la región de estudio se identifican 13 municipios en donde se ubican plantas de tratamiento que proveen de agua al resto de los municipios del departamento. Por ejemplo, de las plantas de tratamiento de Barranquilla se provisiona de agua, no solo al municipio, sino también a: Galapa, Juan de Acosta, Piojó, Soledad, Tubará, y Usiacurí.

Tabla 10. Municipios que se abastecen del servicio de agua potable según municipio de ubicación de la planta de tratamiento.

Ubicación planta de tratamiento	Municipio hacia donde provee el agua
Barranquilla	Barranquilla
	Galapa
	Juan de Acosta
	Piojó
	Soledad
	Tubará

Ubicación planta de tratamiento	Municipio hacia donde provee el agua
	Usiacurí
Puerto Colombia	Puerto Colombia
Campo de la Cruz	Campo de La Cruz
	Candelaria
Luruaco	Luruaco
Malambo	Malambo
Manatí	Manatí
Ponedera	Ponedera
	Sabanalarga
Remolino	Remolino
Repelón	Repelón
Sabanagrande	Baranoa
	Palmar de Varela
	Polonuevo
	Sabanagrande
	Santo Tomás
Santa Lucía	Santa Lucía
Sitionuevo	Sitionuevo
Suán	Suán

Fuente: SIU (2016). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

En la región se consume al año un promedio de 109,6 millones de m³ de agua, es decir, que por persona se consume 43,3 m³ de agua al año. Los municipios de mayor consumo per cápita promedio son Puerto Colombia, Tubará, Manatí, Barranquilla y Santa Lucía.

En relación a la disposición de residuos sólidos, en el Atlántico y sus dos municipios colindantes (Remolino y Sitionuevo) se generaron 770 mil toneladas de residuos sólidos en el 2015, lo que indica que cada persona genera en promedio 0,30 toneladas al año. La región se organiza alrededor de 7 rellenos sanitarios o lugares de disposición de residuos, que son: El Clavo (Palmar de Varela), Las Margaritas (Santo Tomás), Parque Ambiental Loma de Los Cocos (Cartagena), Parque Ambiental Los Pocitos (Galapa), y Puerto Rico (Baranoa). Los municipios de Remolino y Sitionuevo, no registran relleno sanitario alguno, por lo cual se supone que realizan la disposición de sus residuos sólidos en el mismo municipio. Con excepción de Luruaco, todos los municipios del Atlántico disponen sus residuos sólidos dentro

del departamento. Luruaco deposita sus residuos sólidos en el corregimiento de Pasacaballos, Cartagena.

Tabla 11. Municipios atendidos según el municipio de ubicación del relleno sanitario donde realizan la disposición de residuos sólidos.

Nombre de sitio	Municipio donde se localiza el relleno	Municipio atendido
El Clavo	Palmar De Varela	Baranoa Barranquilla Campo De La Cruz Candelaria Juan De Acosta Malambo Manatí Palmar De Varela Piojó Polonuevo Ponedera Repelón Sabanagrande Santa Lucía Santo Tomás Soledad Suán Tubará Usiacurí
Las Margaritas	Santo Tomás	Polonuevo
Parque Ambiental Loma De Los Cocos	Cartagena	Luruaco
Parque Ambiental Los Pocitos	Galapa	Baranoa Barranquilla Galapa Malambo Ponedera Puerto Colombia Sabanalarga Tubará
Puerto Rico	Baranoa	Baranoa Juan De Acosta Tubará Usiacurí
Remolino	Remolino	Remolino
Sitionuevo	Sitionuevo	Sitionuevo

Fuente: ILAC (DANE) – SIU (2015). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

1.4 Interdependencias en ambiente

Por último, dada la especial importancia ecológica de algunos ecosistemas dentro del territorio de los municipios estudiados, el gobierno nacional ha delimitado áreas dentro de estos territorios como áreas de protección nacional. Es así como se encuentra que Luruaco, Piojó,

Usiacurí Remolino y Sitionuevo cuentan con hectáreas de terreno protegidas de 5.893; 958; 1.728; 18.308 y 31.342, respectivamente.

Tabla 12. Áreas protegidas declaradas en la región de estudio.

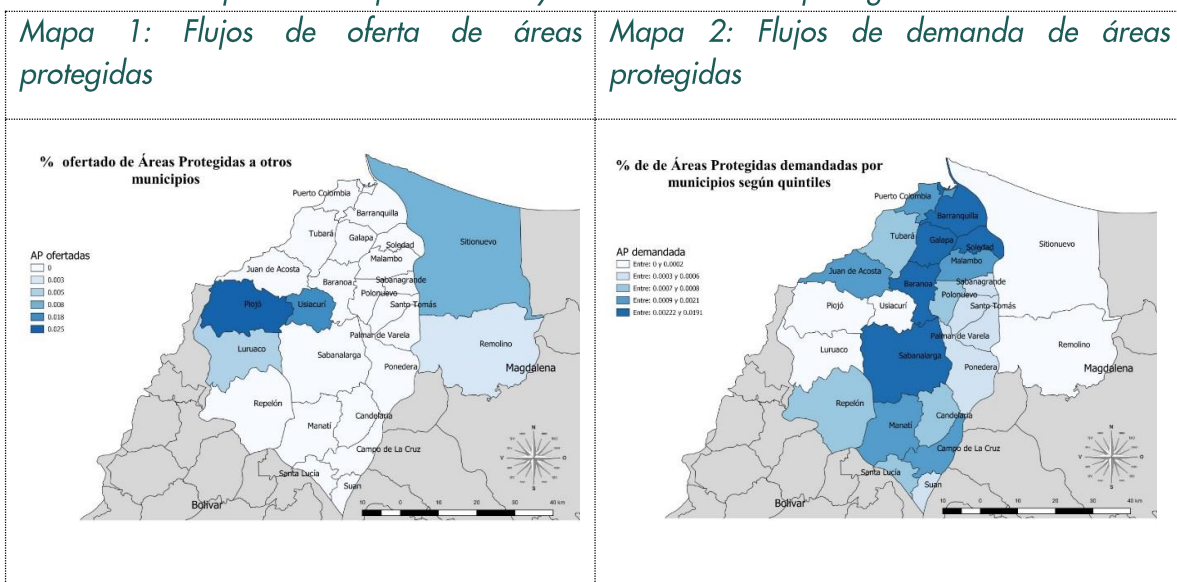
Departamento	Municipio	Ha.	Nombre de AP	Total (Ha)
Atlántico	Luruaco	4.501	Bosque Seco El Ceibal Mono Tití	5.893
		1.392	Los Rosales	
Atlántico	Piojó	772	El Palomar	958
		186	Luriza	
Atlántico	Usiacurí	1.077	Los Rosales	1.728
		651	Luriza	
Magdalena	Remolino	18.308	Ciénaga grande de Santa Marta	18.308
Magdalena	Sitionuevo	5.549	Ciénaga grande de Santa Marta	31.342
		25.793	Isla Salamanca	

Fuente: RUNAP (2018).

Tales áreas protegidas ofrecen unos servicios ecosistémicos, para las poblaciones vecinas o aledañas que van desde respirar un aire más puro, el disfrute de actividad de turismo ambiental, la conservación de la biodiversidad (el Bosque Seco El Ceibal es el ecosistema para la supervivencia del Mono Tití), la oferta de empleo (guardabosques o guías turísticos para el ecoturismo), provisión de alimentos (a través de las actividades de pesca o cultivos de pancoger, como el cilantro que se cultiva en Isla Salamanca), servicios de mitigación de desastres (los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta), entre otros.

De esta manera, los municipios de la región que contienen estas áreas de riqueza natural la ofrecen a aquellos que no cuenta con ella, dada la escasez de áreas verdes que presentan la mayoría de municipios del área de estudio. Los municipios que mayor proporción de sus áreas protegidas ofrecen son: Piojó, Usiacurí, Sitionuevo, Luruaco y Remolino y los que mayor proporción de éstas áreas demandan son: Barranquilla, Soledad, Sabanalarga, Baranoa y Galapa.

Gráfico 55. Mapa de los flujos de oferta y demanda de áreas protegidas.



Fuente: DANE (2013). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

ANEXO 2 - CONSTRUCCIÓN DE VARIABLES DEL ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL DE INTERDEPENDENCIAS MUNICIPAL

El análisis de interdependencias propuesto aborda cuatro dimensiones de estudio: movilidad, economía, servicios públicos y sociales, y servicios ecosistémicos o ambientales, seleccionadas bajo el entendido que los flujos que se generan sobre estas 4 dimensiones generan relaciones de interdependencia entre pares de municipios y que su provisión a nivel supramunicipal puede ocasionar economías de escala importantes para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región de estudio.

La metodología de cuantificación de la interdependencia involucra la definición de su existencia, la medición de su magnitud y nivel de profundidad o intensidad, y el conteo del número de municipios en dependencia de otro para cada dimensión y variable. Para este cálculo se consideran los flujos municipales que se presentan en materia de conmutación laboral; intercambio de bienes y servicios agrícolas, industriales y de servicios transables; demanda hídrica, disposición de residuos sólidos, acceso a salud y educación; y acceso a áreas verdes protegidas. Las anteriores variables representan cuatro flujos existentes entre las distintas municipalidades, el flujo de personas, el flujo de bienes y servicios, el flujo de servicios públicos y sociales y el flujo de servicios ambientales y/o ecosistémicos.

El primer paso para el cálculo de cada dimensión de interdependencia fue la identificación de las variables que darían cuenta de cada temática planteada, posteriormente para la construcción de cada matriz de flujo fue necesario definir los niveles de intensidad entre las variables con base en la oferta y demanda en la provisión de los servicios compartidos,. Para finalmente proceder con la construcción del indicador por dimensión resultado de la agregación de las variables por dimensión construidas anteriormente.

A continuación se relaciona el cálculo de las dimensiones de interdependencia y las variables que lo componen:

Tabla 13. Dimensiones de interdependencia municipal.

Dimensión de interdependencia	Variable	Medición	Fuente
De Movilidad: Magnitud de los flujos de personas	Conmutación laboral	Porcentaje de personas trabajando que se desplazan hacia otro municipio de la muestra, respecto al número total de personas ocupadas residentes en el municipio i.	Censo 2005 (DANE). Ajustado según cambios en la intensidad lumínica en la cabecera municipal de los municipios que conmutan con Barranquilla, usando mapa de luces nocturnas de la NASA.
Economía: Magnitud de flujos de bienes y servicios	Provisión de bienes agrícolas	Superávit de bienes agrícolas distribuido según matriz de pesos económicos.	Cuentas Nacionales DANE (2016). Google Maps (2017).
	Provisión de bienes industriales	Superávit de bienes distribuido según matriz de pesos económicos.	Cuentas Nacionales DANE (2016). Google Maps (2017).
	Provisión de servicios transables	Superávit en la provisión de servicios transables distribuido según matriz de pesos de servicios.	Cuentas Nacionales DANE (2016). Google Maps (2017).
Servicios públicos y sociales: Magnitud de flujos de servicios	Provisión de servicios de educación superior	Porcentaje de estudiantes que presentaron SABER Pro y TyT, que estudian en municipios diferentes a su lugar de residencia.	ICFES (2017) y Proyecciones de población 2016 (DANE)
	Provisión de servicios de salud para madres	Porcentaje de madres gestantes que se desplazan a otros	DANE (2013).

Dimensión de interdependencia	Variable	Medición	Fuente
	gestantes	municipios diferentes a su lugar de residencia, para atender sus partos.	
	Abastecimiento de agua potable	Demanda hídrica anual en metros cúbicos de los municipios que requieren la provisión de agua potable de otros municipios, donde se ubica la planta de tratamiento de agua potable.	SIU – Superservicios y Proyecciones de población 2016 (DANE)
	Disposición de residuos / rellenos sanitarios	Porcentaje de ton. De residuos sólidos depositados en otros municipios donde se ubica el relleno sanitario.	ILAC (DANE) - SIU – Superservicios y Proyecciones de población 2015 (DANE)
Ecosistemas compartidos: Magnitud de flujos de servicios ambientales y ecosistémicos	Provisión de servicios ecosistémicos:	Superávit de áreas protegidas distribuidos según matriz de pesos de servicios.	DNP, Proyecciones de población 2016 (DANE), RUNAP (2017). Google Maps (2017).

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

A continuación se detalla de manera minuciosa el procedimiento llevado a cabo para la construcción de las matrices origen-destino por variable y para cada uno de las cuatro (4) dimensiones consideradas para el cálculo del índice multidimensional de interdependencia municipal (IMIM).

Las matrices construidas son de 25x25, dado que se incluyen a los veintitrés (23) municipios del Atlántico más otros dos (2) municipios del departamento de Magdalena (Remolino y Sitionuevo) que por su cercanía con la ciudad capital del Atlántico se sospecha sobre altos niveles de interdependencia. Así mismo, vale la pena aclarar que la interdependencia se origina desde los municipios que se ubican en las columnas hacia los municipios que se encuentran en las filas y que se consideran ceros en las diagonales de las matrices dado que la interdependencia de un municipio consigo mismo no es objeto de este estudio y no se enmarca bajo el concepto de interdependencia.

1. Dimensión de movilidad – magnitud de flujos de personas

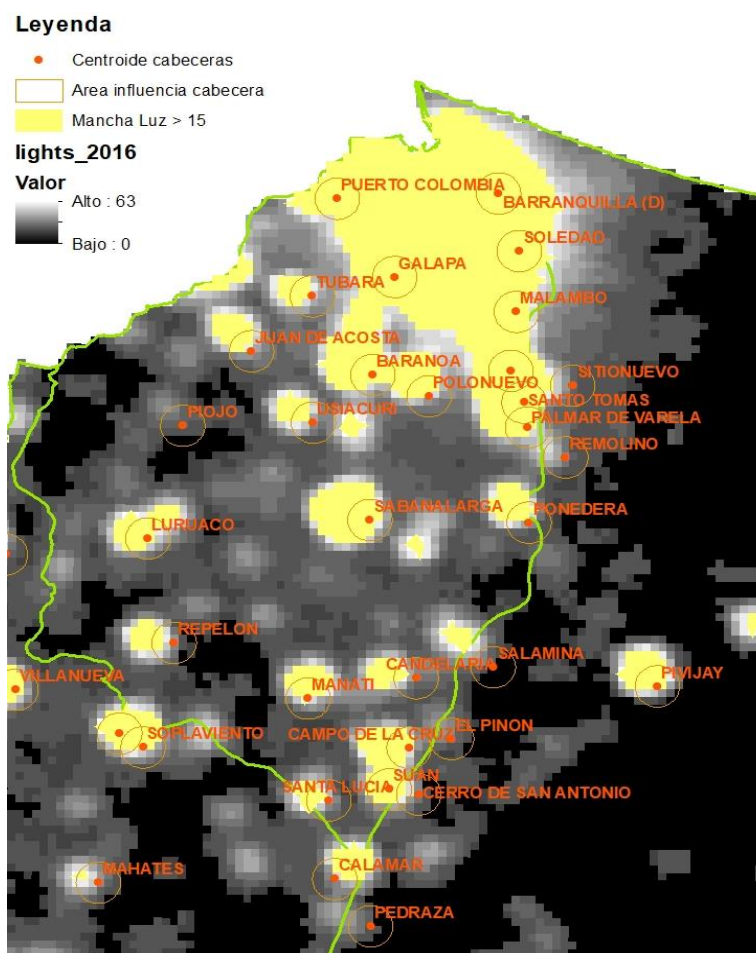
Para medir el nivel de interdependencia en movilidad se toma el número de personas ocupadas que viajan a otro municipio diferente a su lugar de residencia para trabajar. Se construye una razón del número de personas que residen en el municipio i que se desplazan a trabajar al municipio j respecto al total de personas que trabajan del municipio i , de esta manera entre mayor sea esta razón, mayor es la magnitud de la interdependencia. Cada valor de la matriz se calcula de la siguiente manera:

$$\beta_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i}$$

La variable del número de personas trabajando que se desplazan para trabajar hacia otros municipios es tomado del Censo de 2005, en su pregunta 50 que indaga sobre el municipio donde la persona encuestada trabajó la semana pasada. Dado que los últimos datos oficiales sobre conmutación laboral datan del año 2005 y que para el censo de población que se encuentra realizando el DANE en 2018 no será posible actualizar los datos de conmutación laboral por la no inclusión de estas preguntas, se llevó a cabo un proceso de actualización de los porcentajes de conmutación laboral, haciendo uso de los cambios en la intensidad lumínica entre 2003 y 2016, en las cabeceras municipales, de los municipios que comparten mancha urbana con Barranquilla, y para el par de municipio de Suán con Campo de la Cruz.

Para llevar a cabo la actualización de las cifras de conmutación laboral, inicialmente se calculó la variación de la intensidad lumínica entre 2003 – 2016 con la información que reposa en las imágenes satelitales captadas por la NASA sobre luces nocturnas a nivel mundial. Las imágenes de luces nocturnas se encuentran en formato Raster, lo cual significa que se cuenta con una escala continua de la luminosidad según el pixel en el mapa. En este sentido, la escala a 2016 es de 0 a 63, en donde 63 indica la máxima luminosidad. Tras un proceso de transformaciones en el paquete de GIS – Arcmap, se encontró que 9 municipios comparten la mancha urbana de Barranquilla en 2016. Lo anterior se define a partir de la contigüidad de la mancha de luz que genera Barranquilla y el centroide de la cabecera municipal.

Gráfico 56. Luces nocturnas 2016, y cabeceras municipales Atlántico.



Fuente: Earth Observatory, NASA (2016). Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Como puede apreciarse en el mapa, 9 municipios guardan contigüidad con la mancha urbana de Barranquilla y dos municipios en el sur del departamento (Campo de la Cruz y Suán) también comparten mancha urbana entre ellos. Los puntos marcados con estrella identifican el centroide de la cabecera de cada municipio. Para estos puntos, se calculó la intensidad lumínica tanto para 2003 como para 2016. El supuesto de este cálculo es que el cambio en la intensidad de la luz de zonas contiguas es proporcional al cambio en los flujos de conmutación.

De esta manera, se obtuvo los factores de ajustes para flujos receptores y se procedió a actualizar la conmutación laboral de 2005, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{Conmutación 2005_ajustada} = \text{Conmutación 2005} * (1 + (\text{Crecimiento 2003/2016 luz} * \text{Factor equivalencia luz-conmutación}))$$

La tabla 14 describe los flujos de conmutación que recibe Barranquilla. Las columnas de intensidad de luz 2003 y 2016 muestran los valores del patrón lumínico para cada año, el crecimiento de la intensidad de luz, ajustado por el Factor de equivalencia de luz-conmutación, sería el valor utilizado para proyectar los flujos de conmutación. Los resultados de la proyección se encuentran en la última columna.

Tabla 14. Conmutación 2005 ajustada por cambios en la intensidad de la luz entre 2003 y 2016.

Mpio_Residencia	Mpio_Trabajo	Intensidad luz 2003	Intensidad luz 2016	Crecimiento 2003-2016	Conmutación laboral 2005	Factor equivalencia luz-conmutación	Conmutación laboral 2005_ajustada
Baranoa	Barranquilla	55	58	0.05	0.28	0.28	0.28
Galapa	Barranquilla	50	59	0.18	0.53	0.28	0.56
Malambo	Barranquilla	62	60	-0.04	0.39	0.28	0.39
Palmar de Varela	Barranquilla	52	53	0.02	0.40	0.28	0.40
Polonuevo	Barranquilla	21	33	0.55	0.25	0.28	0.29
Puerto Colombia	Barranquilla	50	54	0.09	0.33	0.28	0.34
Sabanagrande	Barranquilla	47	60	0.28	0.29	0.28	0.31
Santo Tomás	Barranquilla	52	62	0.19	0.40	0.28	0.42
Soledad	Barranquilla	63	63	0.00	0.42	0.28	0.42
Suán	C. de La Cruz	15	27	0.78	0.00	0.28	0.00

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Finalmente, los flujos de conmutación laboral van entre cero y uno, mostrando en las columnas los municipios de origen y en las filas los municipios de destino, dejando ver ceros en la diagonal, dado que no incluye dentro del análisis aquellas personas que trabajan dentro de su mismo municipio de residencia.

2. Dimensión económica – magnitud de flujos de bienes y servicios

El factor de interdependencia económica pretende recoger la magnitud de la interdependencia entre pares de municipios del área de estudio en cuanto a la provisión de bienes agrícolas, industriales, y servicios transables. Y a pesar que para el cálculo de la interdependencia económica lo ideal hubiera sido tener información de flujos de carga entre los pares de municipios; debido a la imposibilidad de conseguir la información clara y completa, la aproximación usada consistió en medir los excedentes de producción de cada municipio. Dichos excedentes se distribuyeron entre los demás municipios del área siguiendo una matriz de pesos de economía (para el sector agrícola e industria), y una matriz de pesos de servicios (para el sector de servicios transables).

A continuación, se explica de forma más detallada el cálculo de los excedentes por sector, la construcción de las matrices de pesos, la distribución de los excedentes entre los municipios, y finalmente el cálculo de tal excedente respecto a la producción municipal sectorial.

En primer lugar se llevó a cabo la construcción de la proporción que cada sector productivo tiene sobre el valor agregado total municipal, acotando el análisis sectorial a tres grandes ramas de actividad económica: agrícola y minera, industrial y de servicios transables. La organización en grandes ramas siguió la agrupación sugerida por (Aguilera, Reina, Orozco, Yabrudy, & Barcos, 2013) y (Aguilera, Reina, Orozco, Yabrudy, & Barcos, 2017). Para esto,

se tomó el PIB municipal para cada uno de los tres sectores, información construida a partir de los anexos del indicador de importancia económica (2015) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) que contiene el valor agregado total de cada municipio, y utilizando las fichas territoriales de Terridata se tomaron porcentajes de distribución del valor agregado según las ramas de actividad. A partir de ese cálculo se obtienen lo que denominamos la oferta de bienes y servicios de cada municipio para cada rama de actividad.

Acto seguido, se procede a estimar la demanda de estos bienes y servicios por cada municipio, entendida ésta como el PIB per cápita departamental por cada rama de actividad, multiplicado por la población total de cada municipio en el año 2015.

Una vez se tiene la oferta y demanda a nivel municipal por ramas de actividad, se realiza una diferencia simple entre éstos dos valores, obteniéndose los denominados excedentes. Adicionalmente, la interdependencia para este componente está determinada por la cantidad de excedentes sectoriales que cada municipio distribuye hacia aquellos municipios que los demandan, dado que tienen déficit para la adquisición de tales bienes y servicios a través de la producción interna.

Posteriormente, se procede con la distribución de los excedentes de producción por sector entre los demás municipios siguiendo unas lógicas dadas por unas matrices de pesos de economía y servicios transables.

En este punto se asume el supuesto de economía cerrada, para los municipios que conforman la región de estudio, se determina que los excedentes de cada municipio se quedan en la región, es decir, los municipios de estudio no tienen comercio interregional ni internacional. El supuesto anterior, aunque fuerte, fue necesario debido a las limitaciones en la información sobre el origen-destino de las cargas que salen de cada municipio.

La construcción de las matrices de pesos de economía y servicios se describe a continuación.

Matriz peso economía: Esta matriz es un promedio simple de tres factores: Porcentaje de la población trabajadora que sale de un municipio a otro (conmutación laboral), densidad económica entre municipios, y tiempos de desplazamiento entre pares de municipios.

- Para la elaboración de la matriz de conmutación laboral (porcentaje de la población trabajadora que sale de un municipio a otro) se trabajó con la información recopilada por el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2005. Específicamente con la variable procesada P50 "Ubicación del sitio donde trabajó". Para esta variable se utiliza como subpoblación de estudio, a las personas de 10 años y más para las categorías 1 (Trabajó), 2(No trabajó pero tenía trabajo), 3(Busco trabajo pero había trabajado antes) de la variable P47 " Durante la semana pasada...". Teniendo esto en cuenta, para la construcción de la matriz de conmutación laboral en porcentajes primero se construyó una matriz que muestra el número de personas ocupadas según lugar de residencia, excluyendo las personas que trabajan y lo hacen en el mismo municipio de residencia, es decir los valores de la diagonal. Ese valor se distribuye por municipio de destino. Es decir, los datos en esta matriz indican cuantas personas viven en un determinado municipio columna y trabajan en el correspondiente municipio fila. Posterior a la construcción de esta matriz, se procedió a calcular el total de la población trabajadora en cada municipio. Lo anterior se

obtiene de la suma de todos los valores para cada municipio columna. Con este dato calculado, se obtiene la matriz de conmutación laboral en porcentajes dividiendo cada valor de la matriz ya calculada sobre el total de la población trabajadora residente en cada municipio columna.

- La densidad económica hace referencia al peso económico que tiene cada municipio (de las filas), en el PIB total departamental, sobre el PIB departamental excluyendo el valor de la producción del respectivo municipio, es decir, quitándole el PIB del municipio del cual se analiza la dependencia (municipios columna). Es decir si Barranquilla produce \$20.078 mil millones, respecto al PIB departamental (\$29.634 mil millones) es igual a 0,6775. Valor que es dividido sobre el PIB departamental sin incluir el valor agregado generado por Barranquilla (PIB departamental sin Barranquilla = (\$29.634 mil millones - \$20.078 mil millones= \$9.556 mil millones). Para la construcción de esta matriz se utilizaron los anexos del indicador de importancia económica del Dane (Anexo Indicador de Importancia Económica 2015), de donde se tomó la información del valor agregado total de cada municipio. Los valores de esta matriz tienen valores que van desde 0.001 hasta 0.438.
- Los tiempos de desplazamiento entre pares de municipios se construyeron con los tiempos calculados por GOOGLE MAPS® entre las 3 p.m. y las 4 p.m. de un día entre semana. Los puntos iniciales y finales de cada trayecto entre los pares de municipios corresponden a los puntos predeterminados que tiene el programa. Se debe tener en cuenta que los tiempos entre las municipalidades no son simétricos, es decir, el tiempo de desplazamiento entre un municipio i y otro j es diferente al tiempo del municipio j al i . Finalmente, a los tiempos calculados del municipio i (municipio columna) hasta el municipio j (municipio fila) se divide por la suma de los tiempos de desplazamiento del municipio i (municipio columna). Los valores de esta matriz se ubican entre 0 y 0.119459025, y la diagonal son ceros.

Una vez estos tres valores se suman y se dividen entre tres (3), tales valores son divididos por la suma de los valores de los municipios de las columnas, ofreciendo como resultados una proporción. Esta nueva matriz se denomina matriz de pesos economía en porcentajes.

Matriz peso servicios: Esta matriz corresponde a un promedio simple de dos factores: vecindad y tiempos normalizados

- La vecindad es una matriz de ceros y unos. Hay unos si los pares de municipios son colindantes o vecinos, y cero de lo contrario. La diagonal de esta matriz se compone de ceros. Para la construcción de esta matriz se utilizaron los mapas que provee la página web de la gobernación del Atlántico y los mapas que provee el geo portal del DANE.
- Los tiempos normalizados entre pares de municipios corresponden a los cálculos usados en la construcción de la matriz de pesos de economía.

Al igual que con la matriz de pesos económicos, una vez calculadas las matrices de anteriores, están se suman y se dividen entre dos (2), cuyos valores posteriormente serán divididos por la suma de los valores de los municipios de las columnas. Es decir, se construye para la matriz

una nueva matriz de pesos en porcentaje, producto de la división de los valores de cada celda por el agregado del valor de los municipios en las columnas, donde la suma de cada columna de la matriz debe ser 100%. Esta nueva matriz se denomina matriz de pesos servicios transables en porcentaje.

Con los cálculos de los excedentes municipales por cada sector y las matrices de pesos en porcentajes, los excedentes agrícola e industrial de cada municipio se distribuyen a los demás municipios multiplicando dicho excedente por el porcentaje de la matriz de pesos de economía en porcentaje que se construyó. El excedente de servicios transables se distribuye de la misma manera que los excedentes agrícola e industrial, pero se usa la matriz de pesos en servicios transables en porcentaje. De estos cálculos resultan tres matrices que distribuyen los excedentes de cada municipio columna en los municipios fila (es así debido a que las matrices de pesos por construcción obligan a seguir una lógica de distribución de columna hacia fila); de esta manera los municipios con los excedentes económicos deben visibilizar el envío de tales excedentes desde las columnas hacia los municipios de las filas, dejando ver la dependencia de los municipios de las filas por la adquisición de bienes agrícolas e industriales y servicios transables, que no satisfacen con su producción interna.

3. Dimensión de servicios públicos y sociales – magnitud de flujos de servicios

Se tomaron como referencia para esta medición la provisión del servicio de educación superior, de servicios para la atención en salud de madres gestantes, de abastecimiento de agua potable y la disposición final de residuos sólidos.

Se escogió analizar estos tipos de servicios debido a que por sus economías de red, su provisión no es de carácter local en la mayoría de los casos. Igualmente, se tuvo en cuenta la disponibilidad de información para realizar los cálculos. A continuación se describe la forma de cálculo de las interdependencias en la provisión de cada uno de los servicios.

Servicio de educación superior

Para el cálculo de la interdependencia por servicios de educación superior se usó las bases de estudiantes que realizaron las pruebas Saber PRO y pruebas Saber Técnica y Tecnológica, desde donde se identificaron dos variables: lugar de residencia del estudiante y lugar de ubicación del programa de educación superior ofrecido. De esta manera se obtuvo una base de datos del tipo matriz origen – destino, donde se contabilizó el número total de estudiantes que tomaron el examen estatal en el año 2017, por lugar de residencia según lugar de estudio. Luego se realiza el cálculo de la proporción de estudiantes que residiendo en el municipio i estudiaban en el municipio j , dividido por el número total estudiantes residentes del municipio i . Hay que aclarar que los municipios de las columnas serían los lugares de residencia de los estudiantes y los de las filas, los municipios hacia donde se dirigen a estudiar. Los valores de la diagonal son ceros.

Servicios de atención médica para madres gestantes

El cálculo de las interdependencias por la provisión de servicios de atención en salud para madres gestante siguió una aproximación similar al de las interdependencias por educación. Se tomaron el número total de madres gestantes por municipio de la región que se atendieron

en salud, obteniéndose de esta manera una matriz origen-destino de las madres gestantes según lugar de residencia hasta lugar de destino para atenderse en salud, valores en las columnas que se terminan por dividir sobre el total de madres gestantes residentes en los municipios columna.

Para el cálculo de estos valores se hizo uso de la información de Estadísticas vitales del DANE, para el año 2013, la cual permite diferenciar lugar de residencia y atención en salud de madres gestantes.

Abastecimiento de agua potable

La información usada en la construcción de la matriz de dependencia en la provisión de agua potable fue tomada del Sistema Único de Información de Servicios Públicos – SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos, de donde se tomó la demanda hídrica anual en metros cúbicos para los 25 municipios contemplados en el estudio. El año tomado para cada municipio varía dependiendo de la información disponible, por ejemplo mientras para la mayoría de los municipios de interés se tomó el consumo total de metros cúbicos de agua para el año 2016, para Luruaco y Repelón, la última información disponible es del año 2014, mientras para Campo de la Cruz, Malambo y Manatí la información es de 2017. Por otro lado, se cuenta que para los municipios de Candelaria, Santa Lucía, y Suán, no se encontraba disponible tal información dentro del SUI, por lo cual se procedió a realizar una proyección de este indicador considerando el consumo per cápita promedio de sus municipios vecinos dentro del departamento del Atlántico y luego este valor es multiplicado por la población para el año 2016. Para Sitionuevo y Remolino, dado que tampoco se contaba con tal información se realizó el ejercicio anterior pero tomando el consumo promedio per cápita de todos los municipios del Atlántico, valor que luego sería multiplicado por la población del año 2016 de esos municipios, obteniéndose el número de metros cúbicos de agua consumidos en un año.

Por otro lado, también se tuvo en cuenta el municipio donde se ubica la planta de tratamiento de agua que provisiona el servicio de acueducto a cada municipio del estudio. Esta última variable, es utilizada para la definición de la interdependencia entre un municipio y otro, por ejemplo, la ubicación de la planta de tratamiento del acueducto de Campo de la Cruz es compartido con el municipio de Candelaria, luego la demanda hídrica total de Candelaria la satisface el municipio de Campo de la Cruz. En otras palabras, para el municipio de Candelaria, el indicador de interdependencia con Campo de la Cruz es igual a la demanda hídrica anual en metros cúbicos, valor que posteriormente se pondera por el total de metros cúbicos consumidos por el municipio, por lo cual toma como valor final, uno (1). De esta manera, en la matriz de interdependencia los municipios de las columnas dependen de la provisión del servicio de agua de los municipios de las filas. Entonces, la fila que corresponde al municipio de Campo de la Cruz es la que posee el valor positivo en el cruce con el municipio de Candelaria. Los demás espacios de esa fila están en ceros debido a que no hay dependencia de ninguna vía entre Campo de la Cruz con los otros municipios en cuanto a la provisión de agua potable.

Tabla 15. Municipio de ubicación de la planta de tratamiento de agua y municipio hacia donde proveen de agua.

Ubicación planta de tratamiento	Municipio
Barranquilla	Barranquilla
	Galapa
	Juan de Acosta
	Piojó
	Soledad
	Tubará
	Usiacurí
Puerto Colombia	Puerto Colombia
Campo de la Cruz	Campo de La Cruz
	Candelaria
Luruaco	Luruaco
Malambo	Malambo
Manatí	Manatí
Ponedera	Ponedera
	Sabanalarga
Remolino	Remolino
Repelón	Repelón
Sabanagrande	Baranoa
	Palmar de Varela
	Polonuevo
	Sabanagrande
	Santo Tomás
Santa Lucía	Santa Lucía
Sitionuevo	Sitionuevo
Suán	Suán

Fuente: Elaboración propia (2016) con base en información suministrada por la Gobernación del Atlántico.

Lo anterior visto a través de una ecuación, seguiría la siguiente forma:

$$Int. Agua_{ij} = (D_{ij} * H_i) / H_i$$

Donde $Int. Agua_{ij}$ es la interdependencia que tiene el municipio i del municipio j en el abastecimiento del agua; H es la demanda hídrica medida por metros cúbicos consumidos al año para el municipio i . Por otra parte D_{ij} es un identificador que se comporta de la siguiente manera:

$$D_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } j \text{ abastece a } i \text{ de agua} \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

Disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios

La información usada en la construcción de la matriz de dependencia en la provisión de servicios de disposición de residuos fue tomada de la investigación del Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) sobre residuos sólidos dispuestos adecuadamente en el marco de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC). Para el cálculo del indicador de total de desechos sólidos dispuestos adecuadamente por ciudad principal, la investigación hace uso de la información del Sistema Único del Información – SUI, específicamente aquella referida a la disposición de residuos sólidos, también toma información de la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, las Corporaciones Autónomas Regionales y las visitas realizadas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Se tomó la información del año 2015 para los 25 municipios contemplados en el estudio. Para los municipios de Remolino y Sitionuevo se proyectaron el número de toneladas de residuos sólidos generadas en el año 2015, con base en el promedio de tonelada per cápita generada al año por los municipios del Magdalena multiplicado por la población del año 2015.

Para el año 2015, los municipios del departamento del Atlántico realizaban la disposición final de los residuos sólidos en 5 rellenos sanitarios, mientras que los dos municipios del Magdalena contaban con sus propios rellenos ubicados en sus respectivos municipios.

Tabla 16. Sitio de disposición final de residuos sólidos según municipio de origen de los residuos (2015).

Nombre De Sitio 2015	Municipio Donde Se Localiza El Relleno	Municipio Atendido
El Clavo	Palmar De Varela	Baranoa Barranquilla Campo De La Cruz Candelaria Juan De Acosta Malambo Manatí Palmar De Varela Piojó Polonuevo Ponedera Repelón Sabanagrande Santa Lucía Santo Tomás Soledad Suán Tubará Usiacurí
Las Margaritas	Santo Tomás	Polonuevo
Parque Ambiental Loma De Los Cocos	Cartagena	Luruaco
Parque Ambiental Los Pocitos	Galapa	Baranoa Barranquilla Galapa Malambo Ponedera Puerto Colombia Sabanalarga Tubará
Puerto Rico	Baranoa	Baranoa Juan De Acosta Tubará Usiacurí
Remolino	Remolino	Remolino
Sitionuevo	Sitionuevo	Sitionuevo

Fuente: Elaboración propia con base en ILAC (2015).

De esta manera, con el Parque Ambiental Los Pocitos, ubicado en Galapa, se está generando interdependencia en la medida que recibe desechos de los municipios de Baranoa, Barranquilla, Malambo, Ponedera, Puerto Colombia, Sabanalarga, y Tubará. Es así como la fila de Galapa tiene valores diferentes de cero (provee servicios de disposición de residuos) en los cruces con los municipios de las columnas que envían sus residuos al relleno sanitario P.A. Los Pocitos.

Al igual que la fórmula presentada para la medición de la interdependencia en el abastecimiento de agua potable, para la disposición de residuos sólidos sería:

$$Int.Residuos_{ij} = (D_{ij} * R_i) / R_i$$

Donde $Int.Residuos_{ij}$ es la interdependencia que tiene el municipio i del municipio j en la disposición de residuos sólidos. De nuevo, D_{ij} es un identificador que es 1 si el municipio i envía residuos al municipio j , y 0 de lo contrario.

4. Dimensión de ecosistemas compartidos – magnitud de flujos de servicios ambientales y ecosistémicos

Se toma el concepto introducido por (Lopez-Ghio, Ramírez, Rojas, Salazar Echavarría, & Bateman, 2018) sobre provisión de servicios ecosistémicos el cual desarrolla que este se entiende como la disposición de aire puro a la atmósfera por parte de un municipio, y la capacidad para conservar fauna y flora. Es medido tomando la cantidad de área verde protegida con la que cuenta cada municipio de la región de estudio, la cual se toma como la oferta de este servicio y se clasifica como demanda la relación entre el área verde ideal recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de 15 metros cuadrados por habitante, la cual es multiplicada por la población de cada municipio en el año 2017. Luego se realiza la diferencia entre la oferta y la demanda por metros cuadrados de zona verde y se distribuyen los excedentes con base en la matriz de pesos de servicios en porcentajes, y se ajusta las hectáreas de áreas verdes ofrecidas a la magnitud de la demanda insatisfecha.

Para el caso del Atlántico y de los dos (2) municipios del Magdalena (Remolino y Sitionuevo) involucrados en el estudio se identifica que los municipios de Luruaco, Piojó, Usiacurí, Remolino y Sitionuevo cuentan con una amplia sobreoferta de metros cuadrados de zonas verdes, que se distribuyen entre los déficit de los demás municipios. Lo anterior para mencionar que la interdependencia de cinco (5) municipios de las columnas se dirige hacia los municipios de las filas. Una vez realizada esta distribución de excedentes, se divide por el área total protegida ofrecida por los municipios columna.

ANEXO 3 - MATRICES DE INTERDEPENDENCIA POR VARIABLE Y DIMENSIÓN.

Matriz 1. Indicador de Interdependencia de Movilidad

	De	Baranquilla	Baranoa	Campo de la Candelaria		Galapa	Juan de Acosta	Lunaco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colom	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Usiacurí	Remolino	Sitónuevo
Hacia	Trabajan/Res:	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Baranquilla	8001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Baranoa	8078	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0015	0.0030	0.0001	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000	0.0014	0.0000	0.0032	0.0036	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0017	0.0000	0.0000	
Campo de la C	8137	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Candelaria	8141	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Galapa	8296	0.0011	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Juan de Acosta	8372	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0110	0.0000	0.0000	
Lunaco	8421	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Malambo	8433	0.0016	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0199	0.0000	0.0000	0.0245	0.0034	0.0036	0.0000	0.0025	0.0011	
Manatí	8436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Palmar de Var	8520	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0000	0.0000	0.0079	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	
Piojó	8549	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0009	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Polonuevo	8558	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	
Ponedera	8560	0.0003	0.0000	0.0025	0.0000	0.0027	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0059	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.0046	0.0000	0.0035	0.0006	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	
Puerto Colom	8573	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.0014	0.0046	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.0063	0.0000	
Repelón	8606	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0089	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sabanagrande	8634	0.0002	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	
Sabanalarga	8638	0.0008	0.0036	0.0044	0.0000	0.0017	0.0006	0.0057	0.0000	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0109	0.0000	0.0007	0.0026	0.0000	0.0026	0.0000	0.0000	0.0013	0.0050	0.0013	
Santa Lucía	8675	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Santo Tomás	8685	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0000	0.0193	0.0000	0.0054	0.0010	0.0000	0.0000	0.0105	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	
Soledad	8758	0.0004	0.0049	0.0016	0.0000	0.0079	0.0003	0.0000	0.0227	0.0000	0.0075	0.0000	0.0078	0.0006	0.0010	0.0000	0.0111	0.0009	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0013	0.0015	0.0000	
Suan	8770	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Tubará	8832	0.0001	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0111	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Usiacurí	8849	0.0001	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Remolino	47605	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sitónuevo	47745	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 2. Indicador de Interdependencia de Economía

	Destino / Orig	Baranquilla	Baranoa	Campo de la Candelaria	Galapa	Juan de Acost	Lunaco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colom	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Usiacurí	Remolino	Sitónuevo	
Hacia	Destino / Orig	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Baranquilla	8001	0.238	0.603	0.183	0.668	0.065	0.000	0.389	0.062	0.058	0.050	0.457	0.348	0.161	0.373	0.445	0.087	0.000	0.391	0.000	0.230	0.197	0.282	0.000	0.000	
Baranoa	8078	0.028	0.008	0.000	0.007	0.030	0.013	0.000	0.024	0.003	0.002	0.005	0.032	0.014	0.017	0.016	0.022	0.005	0.000	0.017	0.000	0.000	0.022	0.020	0.012	
Campo de la C	8137	0.027	0.015	0.000	0.006	0.015	0.005	0.000	0.013	0.002	0.002	0.002	0.012	0.013	0.030	0.013	0.015	0.003	0.000	0.014	0.000	0.000	0.010	0.005	0.004	
Candelaria	8141	0.025	0.016	0.000	0.000	0.016	0.005	0.000	0.012	0.004	0.002	0.003	0.017	0.014	0.026	0.011	0.013	0.005	0.000	0.011	0.000	0.000	0.010	0.005	0.004	
Galapa	8296	0.065	0.032	0.000	0.006	0.007	0.004	0.000	0.024	0.002	0.002	0.005	0.036	0.014	0.044	0.022	0.020	0.005	0.000	0.016	0.000	0.000	0.021	0.038	0.014	
Juan de Acost	8372	0.019	0.020	0.000	0.005	0.020	0.000	0.000	0.013	0.002	0.002	0.005	0.015	0.009	0.013	0.011	0.013	0.003	0.000	0.011	0.000	0.000	0.026	0.006	0.007	
Lunaco	8421	0.026	0.017	0.000	0.005	0.019	0.004	0.000	0.012	0.002	0.002	0.004	0.013	0.010	0.022	0.038	0.013	0.005	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.007	0.004	
Malambo	8433	0.062	0.037	0.000	0.010	0.039	0.006	0.000	0.011	0.003	0.005	0.006	0.036	0.026	0.019	0.020	0.046	0.006	0.000	0.038	0.000	0.000	0.016	0.013	0.025	
Manatí	8436	0.025	0.017	0.000	0.006	0.016	0.005	0.000	0.011	0.000	0.002	0.003	0.012	0.010	0.027	0.013	0.012	0.005	0.000	0.010	0.000	0.000	0.012	0.006	0.003	
Palmar de Var	8520	0.021	0.019	0.000	0.006	0.019	0.004	0.000	0.014	0.002	0.000	0.001	0.017	0.013	0.030	0.011	0.021	0.003	0.000	0.019	0.000	0.000	0.010	0.006	0.010	
Piojó	8549	0.021	0.016	0.000	0.004	0.017	0.012	0.000	0.011	0.001	0.001	0.000	0.012	0.007	0.016	0.012	0.010	0.002	0.000	0.009	0.000	0.000	0.010	0.006	0.003	
Polonuevo	8558	0.019	0.025	0.000	0.005	0.022	0.004	0.000	0.021	0.002	0.002	0.004	0.001	0.012	0.018	0.011	0.016	0.003	0.000	0.015	0.000	0.000	0.010	0.007	0.009	
Ponedera	8560	0.024	0.017	0.000	0.006	0.020	0.005	0.000	0.013	0.002	0.003	0.003	0.016	0.001	0.021	0.011	0.019	0.005	0.000	0.016	0.000	0.000	0.010	0.006	0.008	
Puerto Colom	8573	0.060	0.020	0.000	0.004	0.023	0.007	0.000	0.015	0.002	0.002	0.004	0.015	0.009	0.001	0.011	0.014	0.003	0.000	0.013	0.000	0.000	0.022	0.008	0.011	
Repelón	8606	0.029	0.016	0.000	0.005	0.015	0.005	0.000	0.012	0.002	0.001	0.004	0.011	0.009	0.038	0.001	0.010	0.004	0.000	0.009	0.000	0.000	0.006	0.001	0.000	
Sabanagrande	8634	0.021	0.022	0.000	0.006	0.022	0.005	0.000	0.022	0.002	0.003	0.004	0.020	0.015	0.019	0.012	0.003									
Sabanalarga	8638	0.021	0.023	0.000	0.005	0.023	0.005	0.000	0.023	0.002	0.003	0.004	0.021	0.016	0.020	0.012	0.003									
Santa Lucía	8675	0.029	0.019	0.000	0.005	0.011	0.006	0.000	0.011	0.004	0.001	0.002	0.010	0.010	0.034	0.014	0.011	0.002	0.000	0.009	0.000	0.000	0.010	0.004	0.001	
Santo Tomás	8685	0.021	0.020	0.000	0.006	0.021	0.004	0.000	0.016	0.002	0.004	0.003	0.023	0.014	0.020	0.011	0.027	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.010	0.006	0.011	
Soledad	8758	0.076	0.154	0.019	0.082	0.019	0.062	0.007	0.013	0.045	0.042	0.063	0.042	0.065	0.042	0.065	0.011	0.029	0.000	0.024	0.000	0.000	0.024	0.006	0.018	
Suan	8770	0.026	0.013	0.000	0.006	0.013	0.005	0.000	0.011	0.002	0.002	0.002	0.011	0.011	0.030	0.012	0.012	0.002	0.000	0.011	0.000	0.000	0.010	0.005	0.003	
Tubará	8832	0.054	0.118	0.004	0.004	0.019	0.017	0.000	0.012	0.001	0.001	0.004	0.012	0.007	0.058	0.010	0.002	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.005	0.007	0.000	
Usiacurí	8849	0.019	0.024	0.000	0.005	0.019	0.012	0.000	0.021	0.002	0.002	0.004	0.016	0.006	0.020	0.013	0.013	0.003	0.000	0.011	0.000	0.000	0.003	0.007	0.000	
Remolino	47605	0.025	0.038	0.001	0.011	0.027	0.010	0.006	0.020	0.010	0.006	0.010	0.026	0.010	0.031	0.011	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	
Sitónuevo	47745	0.061	0.104	0.002	0.014	0.026	0.000	0.020	0.020	0.020	0.020	0.004	0.008	0.009	0.026	0.003	0.012	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.010	0.003	0.021	

Matriz 3. Indicador de Interdependencia de Agrícola

De	Destino / Orig	Barranquilla	Baranoa	Campo de La C	Candelaria	Galapa	Juan de Acosta	Lurucoco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colón	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Usiacurí	Remolino	Sitionuevo
Hacia	8001	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barranquilla	8001	0.000	0.342	0.000	0.185	0.340	0.062	0.000	0.056	0.062	0.058	0.050	0.457	0.346	0.077	0.373	0.306	0.087	0.000	0.391	0.000	0.000	0.218	0.197	0.282	0.000
Baranoa	8078	0.000	0.004	0.000	0.007	0.015	0.004	0.000	0.002	0.003	0.002	0.005	0.032	0.014	0.003	0.016	0.015	0.005	0.000	0.017	0.000	0.000	0.011	0.020	0.012	0.000
Campo de la C	8137	0.000	0.009	0.000	0.006	0.007	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.012	0.013	0.002	0.013	0.010	0.003	0.000	0.014	0.000	0.000	0.004	0.005	0.004	0.000
Candelaria	8141	0.000	0.009	0.000	0.000	0.008	0.002	0.000	0.001	0.004	0.002	0.003	0.017	0.014	0.002	0.011	0.009	0.005	0.000	0.011	0.000	0.000	0.005	0.005	0.004	0.000
Galapa	8296	0.000	0.018	0.000	0.006	0.001	0.001	0.000	0.002	0.003	0.005	0.026	0.014	0.003	0.022	0.013	0.005	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.014	0.000
Juan de Acosta	8372	0.000	0.011	0.000	0.005	0.010	0.000	0.000	0.002	0.002	0.005	0.015	0.009	0.001	0.011	0.009	0.003	0.000	0.011	0.000	0.000	0.015	0.006	0.007	0.000	0.000
Lurucoco	8421	0.000	0.010	0.000	0.005	0.010	0.002	0.000	0.001	0.002	0.002	0.004	0.013	0.010	0.002	0.038	0.009	0.005	0.000	0.010	0.000	0.000	0.007	0.007	0.004	0.000
Malambo	8433	0.000	0.021	0.000	0.010	0.020	0.004	0.000	0.002	0.003	0.005	0.006	0.036	0.026	0.004	0.020	0.031	0.006	0.000	0.038	0.000	0.000	0.012	0.013	0.025	0.000
Manatí	8436	0.000	0.010	0.000	0.006	0.008	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.003	0.012	0.010	0.002	0.013	0.008	0.005	0.000	0.010	0.000	0.000	0.007	0.006	0.001	0.000
Palmar de Var	8520	0.000	0.011	0.000	0.006	0.010	0.002	0.000	0.002	0.003	0.003	0.017	0.013	0.002	0.011	0.014	0.003	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.006	0.006	0.010	0.000
Piojó	8549	0.000	0.009	0.000	0.004	0.009	0.003	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.012	0.007	0.002	0.012	0.007	0.002	0.000	0.009	0.000	0.000	0.008	0.006	0.003	0.000
Polonuevo	8558	0.000	0.014	0.000	0.005	0.011	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.004	0.001	0.012	0.003	0.011	0.011	0.003	0.000	0.015	0.000	0.000	0.007	0.007	0.009	0.000
Ponedera	8560	0.000	0.010	0.000	0.006	0.010	0.002	0.000	0.002	0.002	0.003	0.003	0.016	0.001	0.002	0.011	0.013	0.005	0.000	0.016	0.000	0.000	0.006	0.006	0.008	0.000
Puerto Colón	8573	0.000	0.011	0.000	0.004	0.012	0.005	0.000	0.002	0.002	0.002	0.004	0.015	0.009	0.003	0.011	0.010	0.003	0.000	0.013	0.000	0.000	0.011	0.008	0.011	0.000
Repelón	8606	0.000	0.009	0.000	0.005	0.008	0.002	0.000	0.001	0.002	0.001	0.004	0.011	0.009	0.002	0.001	0.007	0.004	0.000	0.009	0.000	0.000	0.005	0.006	0.001	0.000
Sabanagrande	8634	0.000	0.013	0.000	0.006	0.011	0.002	0.000	0.002	0.002	0.003	0.004	0.020	0.015	0.002	0.012	0.002	0.003	0.000	0.024	0.000	0.000	0.007	0.007	0.017	0.000
Sabanalarga	8638	0.000	0.017	0.000	0.008	0.014	0.003	0.000	0.002	0.006	0.002	0.005	0.020	0.027	0.003	0.020	0.014	0.001	0.000	0.018	0.000	0.000	0.009	0.011	0.015	0.000
Santa Lucía	8675	0.000	0.006	0.000	0.005	0.006	0.001	0.000	0.001	0.004	0.001	0.002	0.010	0.010	0.001	0.014	0.007	0.002	0.000	0.009	0.000	0.000	0.003	0.004	0.001	0.000
Santo Tomás	8685	0.000	0.011	0.000	0.006	0.011	0.002	0.000	0.002	0.004	0.003	0.023	0.014	0.002	0.011	0.018	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.006	0.006	0.011	0.000
Soledad	8758	0.000	0.043	0.000	0.019	0.042	0.008	0.000	0.009	0.007	0.011	0.061	0.045	0.009	0.042	0.044	0.011	0.000	0.059	0.000	0.000	0.026	0.024	0.036	0.000	0.000
Suan	8770	0.000	0.008	0.000	0.006	0.007	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.011	0.011	0.001	0.012	0.008	0.002	0.000	0.011	0.000	0.000	0.004	0.005	0.003	0.000
Tubará	8832	0.000	0.010	0.000	0.004	0.009	0.008	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004	0.012	0.007	0.003	0.009	0.007	0.002	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.005	0.007	0.000
Usiacurí	8849	0.000	0.013	0.000	0.005	0.010	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.004	0.016	0.009	0.002	0.013	0.009	0.003	0.000	0.011	0.000	0.000	0.007	0.000	0.007	0.000
Remolino	47605	0.000	0.007	0.000	0.001	0.005	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sitionuevo	47745	0.000	0.006	0.000	0.002	0.007	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.008	0.006	0.002	0.003	0.008	0.001	0.000	0.009	0.000	0.000	0.004	0.003	0.021	0.000

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 4. Indicador de Interdependencia Industrial

De	Destino / Orig	Barranquilla	Baranoa	Campo de la Candelaria	Galapa	Juan de Acosta	Lurucoco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colón	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Usiacurí	Remolino	Sitionuevo	
Hacia		8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barranquilla	8001	0.238	0.261	0.000	0.000	0.328	0.000	0.000	0.324	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Baranoa	8078	0.018	0.003	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Campo de la C	8137	0.005	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Candelaria	8141	0.006	0.007	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Galapa	8296	0.021	0.014	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Juan de Acosta	8372	0.007	0.009	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Lurucoco	8421	0.006	0.008	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Malambo	8433	0.036	0.016	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Manatí	8436	0.005	0.007	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Palmar de Var	8520	0.008	0.008	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Piojó	8549	0.006	0.007	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Polonuevo	8558	0.008	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Ponedera	8560	0.008	0.008	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Puerto Colón	8573	0.017	0.009	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Repelón	8606	0.006	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sabanagrande	8634	0.010	0.010	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sabanalarga	8638	0.019	0.013	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Santa Lucía	8675	0.003	0.005	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Santo Tomás	8685	0.009	0.008	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Soledad	8758	0.110	0.033	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.004	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Suan	8770	0.004	0.006	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Tubará	8832	0.008	0.008	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Usiacurí	8849	0.006	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Remolino	47605	0.005	0.003	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Sitionuevo	47745	0.005	0.003	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Matriz 5. Indicador de Interdependencia de Servicios Transables

Hacia	De	Barranquilla	Baranoa	Campo de la C	Candelaria	Galapa	Juan de Acost	Luruaco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colomb	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Utiacurí	Remolino	Sitónuevo
Hacia	Destino / Orig	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barranquilla	8001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
Baranoa	8078	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
Campo de la C	8137	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
Candelaria	8141	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
Galapa	8296	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
Juan de Acost	8372	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
Luruaco	8421	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Malambo	8433	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Manatí	8436	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
Palmar de Var	8520	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Piojó	8549	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
Polonuevo	8558	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Ponedera	8560	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Puerto Colomb	8573	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
Repelón	8606	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
Sabanagrande	8634	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Sabanalarga	8638	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Santa Lucía	8675	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
Santo Tomás	8685	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Soledad	8758	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Suan	8770	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
Tubará	8832	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Utiacurí	8849	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Remolino	47605	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
Sitónuevo	47745	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 6. Indicador de Interdependencia de Servicios Públicos y Sociales

Hacia	Origen /Desti	Barranquilla	Baranoa	Campo de la C	Candelaria	Galapa	Juan de Acosta	Luruaco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colomb	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Utiacurí	Remolino	Sitónuevo
Hacia	Origen /Desti	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barranquilla	8001	0.000	1.308121632	1.539644566	1.239165329	2.901362179	2.86462385	0.97401112	1.753356051	1.180851064	1.663388408	2.876023077	1.447278932	1.359888806	1.933987776	1.478873239	1.5925174544	0.965754472	1.847328244	1.593573415	2.570335713	1.592055485	2.857988166	2.443181838	0.966216216	1.511410041
Baranoa	8078	0.000175101	0	0	0	0.005617978	0.022569444	0.128848061	0.062603944	0	0.015957447	0	0.304421769	0	0	0.01056338	0	0.030994059	0.007633588	0.002941176	0	0	0.085439642	0.532401765	0	0.004347826
Campo de la C	8137	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Candelaria	8141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galapa	8296	0.989427537	0.276476083	0	0	0	0	0	0.041514417	0	0	0	0	0.136136392	1	0	0	0	0	0	0.000137855	0	0.382458498	0	0	0
Juan de Acosta	8372	0	0	0	0	0	0	0.004	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Luruaco	8421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007042254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malambo	8433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manatí	8436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palmar de Var	8520	0.010572463	0.647737638	1	1	0	0.904485272	0.00273224	0.958485583	1.005319149	0	1	0.911756888	0.866544574	0	1	1	0	1	1	1	1.008196721	0.53210186	0.888052781	0	0
Piojó	8549	0	0	0	0	0	0.004081633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polonuevo	8558	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ponedera	8560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerto Colomb	8573	0.009037138	0	0.231032126	0	0	0	0	0.003460208	0	0	0	0	0	0	0	0.004524887	0.036290323	0	0.016546619	0.004443139	0.153846154	0	0	0	0
Repelón	8606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabanagrande	8634	0.000192352	1	0	0	0	0	0	0.010380623	1.073117073	0	1	0.068965317	0	0	0.007633588	1.115646259	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabanalarga	8638	0.000744478	0.048498845	0.086466065	0.446227209	0.001736111	0.008163265	0.696483725	0	0.723404225	0.0134086	0.061538462	0.030612245	0.477211796	0.001930502	0.228873239	0.002262443	0	0.06870229	0.011764706	0.00082713	0.073770492	0.00591716	0.045454545	0	0.004347826
Santa Lucía	8675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Tomás	8685	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010752688	0	0.093345153	0	0	0	0	0	0	0	0.000137855	0	0	0	0	0
Soledad	8758	0.043155392	0.028279672	0.033834586	0.039325843	0.041346154	0.020408163	0.184842005	0.19034431	0.010638296	0.174731181	0	0.192176871	0.08310992	0.011583012	0.01056338	0.249208145	0.008741564	0.02200763	0.124269708	0	0.040983607	0.106508876	0.060606061	0.067567568	0.314673913
Suan	8770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007633588	0	0	0	0	0	0
Tubará	8832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utiacurí	8849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remolino	47605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sitónuevo	47745	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000677048	0	0.000137855	0	0	0	0	0	0

Matriz 7. Indicador de Interdependencia de Educación Superior

	De	Barraquilla	Baranoa	Campo de la C	Candelaria	Galapa	Juan de Acost	Lunaco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colomb	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Utiacurí	Remolino	Sitónuevo
Hacia	Destino / Orig	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barraquilla	8001	-	0.91667	0.7727	0.8571	0.9795	0.9667	0.7391	0.9308	1.0000	0.9268	1.0000	0.8095	0.9310	0.9919	1.0000	0.7917	0.8710	1.0000	0.8435	0.9022	0.8462	1.0000	0.8750	0.2500	0.9375
Baranoa	8078	-	-	-	-	-	0.0333	0.0435	-	-	-	-	0.0952	-	-	-	-	0.0202	-	-	-	-	-	-	0.1250	-
Campo de la C	8137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Candelaria	8141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galapa	8296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juan de Acost	8372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lunaco	8421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malambo	8433	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manatí	8436	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palmar de Var	8520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piojó	8549	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polonuevo	8558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ponedera	8560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puerto Colomb	8573	0.0037	-	0.2273	-	-	-	-	0.0035	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0363	-	0.0136	0.0043	0.1538	-	-	-	-
Repelón	8606	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabanagrande	8634	0.0002	-	-	-	-	-	-	0.0104	-	0.0732	-	0.0690	-	-	-	-	-	-	0.1156	-	-	-	-	-	-
Sabanalarga	8638	-	-	-	0.1429	-	-	0.0435	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Lucía	8675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Tomás	8685	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soledad	8758	0.0225	0.0098	-	-	0.0205	-	0.1739	0.0554	-	-	-	0.0952	-	-	-	0.0750	0.0081	-	0.0272	-	-	-	-	-	0.0625
Suan	8770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubará	8832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utiacurí	8849	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Remolino	47605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sitónuevo	47745	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 8. Indicador de Interdependencia de Atención en Salud

	De	Barraquilla	Baranoa	Campo de la C	Candelaria	Galapa	Juan de Acost	Lunaco	Malambo	Manatí	Palmar de Var	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colomb	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suan	Tubará	Utiacurí	Remolino	Sitónuevo
Hacia	Hacia/Desde	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barraquilla	8001	-	0.3915	0.7669	0.3820	0.9219	0.8980	0.2350	0.8226	0.1809	0.7366	0.8769	0.6378	0.4290	0.9421	0.4789	0.8009	0.0948	0.8473	0.7500	0.6682	0.7459	0.8580	0.5682	0.7162	0.5739
Baranoa	8078	0.0002	-	-	0.0056	0.0226	-	0.0191	-	0.0160	-	-	0.2092	-	-	0.0106	-	0.0108	0.0076	0.0029	-	-	-	-	0.2955	0.0043
Campo de la C	8137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Candelaria	8141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galapa	8296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0001	-	-	-	-	-
Juan de Acost	8372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lunaco	8421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malambo	8433	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manatí	8436	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palmar de Var	8520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piojó	8549	-	-	-	-	-	0.0041	-	0.0027	-	0.0053	-	-	0.0051	0.0027	-	-	-	-	-	-	0.0082	-	-	-	-
Polonuevo	8558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ponedera	8560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puerto Colomb	8573	0.0054	-	0.0038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0045	-	-	0.0029	0.0001	-	-	-	-	-
Repelón	8606	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabanagrande	8634	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabanalarga	8638	0.0007	0.0485	0.0865	0.3034	0.0017	0.0082	0.6530	-	0.7234	0.0134	0.0615	0.0306	0.4772	0.0019	0.2289	0.0023	-	0.0076	0.0118	0.0008	0.0738	0.0059	0.0455	0.0043	
Santa Lucía	8675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Tomás	8685	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0001	-	-	-	-	-
Soledad	8758	0.0207	0.0185	0.0338	0.0393	0.0208	0.0204	0.0109	0.1350	0.0106	0.1747	-	0.0969	0.0831	0.0116	0.0106	0.1742	0.0007	0.0229	0.0971	-	0.0410	0.1065	0.0606	0.0676	0.2522
Suan	8770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubará	8832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utiacurí	8849	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Remolino	47605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sitónuevo	47745	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0007	-	-	-	0.0001	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 9. Indicador de Interdependencia de Provisión del servicio de Agua Potable

De	Barranquilla	Baranoa	Campo de la Cruz	Candelaria	Galapa	Juan de Acosta	Luruaco	Malambo	Manatí	Palmar de Varela	Piojó	Polonuevo	Ponedera	Puerto Colombia	Repelón	Sabanagrande	Sabanalarga	Santa Lucía	Santo Tomás	Soledad	Suán	Tubará	Usiacurí	Remolino	Sitónuevo
Origen / Destino	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745
Barranquilla	8001	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Baranoa	8078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campo de la Cruz	8137	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Candelaria	8141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galapa	8296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juan de Acosta	8372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luruaco	8421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malambo	8433	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manatí	8436	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palmar de Varela	8520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piojó	8549	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polonuevo	8558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ponedera	8560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puerto Colombia	8573	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Repelón	8606	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sabanagrande	8634	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Sabanalarga	8638	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Lucía	8675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Tomás	8685	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soledad	8758	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suán	8770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubará	8832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Usiacurí	8849	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Remolino	47605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sitónuevo	47745	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 10. Indicador de Interdependencia de Disposición de Residuos Sólidos

	De	BARRANQUILLA																										CAMPO DE LA CRUZ																										CANDELARIA																										GALAPA																										JUAN DE ACOSTA																										LURUACO																										MALAMBO																										MANATÍ																										PALMAR DE VARELA																										PIOJÓ																										POLONUEVO																										PONEDERA																										PUERTO COLOMBIA																										REPELÓN																										SABANAGRANDE																										SABANALARGA																										SANTA LUCÍA																										SANTO TOMÁS																										SOLEDAD																										SUAN																										TUBARÁ																										USIACURÍ																										REMOLINO																										SITÓNUEVO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Hacia	Destino / Or	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745	8001	8078	8137	8141	8296	8372	8421	8433	8436	8520	8549	8558	8560	8573	8606	8634	8638	8675	8685	8758	8770	8832	8849	47605	47745

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Matriz 11. Indicador de Interdependencia de Servicios Ecosistémicos

[illegible]

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

ANEXO 4 – EJEMPLO HIPOTÉTICO PARA EL CÁLCULO DEL IMIM

Supongamos un territorio compuesto por tres municipios, $N = m1, m2$ y $m3$, en los que se presentan relaciones de interdependencia en dos dimensiones, $D = A$ y B . Los flujos observados entre municipios se resumen en la siguiente matriz:

$$Matriz\ de\ Flujos = \begin{pmatrix} & \begin{matrix} m1 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m2 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m3 \\ A & B \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ A \\ B \\ A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0,76 & 0 \\ 0 & 0,52 \\ 0,71 & 0 \\ 0 & 0,50 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,85 & 0 \\ 0 & 0,70 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0,92 & 0 \\ 0 & 0,28 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,40 & 0 \\ 0 & 0,68 \\ 0,80 & 0 \\ 0 & 0,59 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \end{pmatrix}$$

Como no es posible una relación de interdependencia al interior de un mismo municipio, la diagonal principal no toma valores y se registran 0 en todas las posiciones. De manera adicional, no es posible una relación de interdependencia entre dimensiones distintas, en este caso entre A y B. Por lo anterior, en el ejemplo solo hay 12 flujos posibles de salida y 12 de entrada en todo el territorio, y 4 flujos de entrada y de salida por municipio ($FT_iMax = 8$).

Como lo muestra la matriz de flujos, suponemos la existencia de todos los flujos posibles. Sin embargo, para identificar cuáles de estos flujos efectivamente denotan una relación de interdependencia es necesario comparar los valores observados de cada uno con el punto de corte por dimensión (z_j).

1. Identificación de relaciones de interdependencia municipal

El vector Z contiene los puntos de corte por dimensión contra los que se comparan los valores de los flujos observados.

$$Z = \begin{pmatrix} A & B \\ 0,7 & 0,5 \end{pmatrix}$$

Los flujos interdependientes son aquellos con valores por encima al punto de corte, mientras que los flujos con valor igual o inferior al punto de corte no denotan ninguna relación de interdependencia y son reemplazados por 0 en la matriz de flujos interdependientes.

$$Matriz\ de\ Flujos\ Interdependientes = \begin{pmatrix} & \begin{matrix} m1 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m2 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m3 \\ A & B \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ A \\ B \\ A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0,76 & 0 \\ 0 & 0,52 \\ 0,71 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,85 & 0 \\ 0 & 0,70 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0,92 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0,68 \\ 0,80 & 0 \\ 0 & 0,59 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \end{pmatrix}$$

Tomando como insumo la matriz de flujos interdependientes el siguiente paso es identificar las interdependencias por municipio, para esto se reemplazan por 1 los flujos con valores superiores a 0 (es decir, los flujos superiores al umbral dimensional) y se construye una matriz de unos y ceros. La matriz de interdependencias, registra con 1 las relaciones de interdependencia entre municipios sin tomar en cuenta la unidad de medida de cada flujo. Esta “estandarización” es la que permite la comparabilidad entre dimensiones y es clave para realizar el conteo multidimensional.

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cc} m1 & m2 & m3 \\ A & B & A & B & A & B \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \begin{array}{l} 1 \ A \\ 2 \ B \\ 2 \ A \\ 2 \ B \\ 2 \ A \\ 0 \ B \end{array} & \begin{array}{l} m1 \\ m2 \\ m3 \end{array} \end{array} \\
 \text{Matriz de interdependencias} =
 \end{array}$$

El puntaje de interdependencias por municipio toma en cuenta los flujos de salida (columnas) y los flujos de entrada (filas) de cada dimensión (o variable) y pondera los flujos por el vector de pesos ($W = w_A, w_B$). De tal manera, el puntaje total de interdependencias para cada municipio (CT_i) es igual al conteo pesado de flujos de entrada ($w_j CE_{ij}$) más el conteo de flujos de salida ($w_j CS_{ij}$) de cada dimensión o variable ($CT_i = w_A * CT_{iA} + w_B * CT_{iB}$). En la tabla 17 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el puntaje de interdependencias por municipio bajo el supuesto de un vector de pesos igualitario para cada dimensión ($w_A = \frac{1}{2}, w_B = \frac{1}{2}$).

Tabla 17. Resultados del conteo de interdependencias.

Municipio	Conteo de flujos		Puntaje de interdependencias		
	Dimensión A	Dimensión B	Dimensión A	Dimensión B	Total
Municipio 1	3	3	$\frac{1}{2} * 3$	$\frac{1}{2} * 3$	3
Municipio 2	4	3	$\frac{1}{2} * 4$	$\frac{1}{2} * 3$	3,5
Municipio 3	3	2	$\frac{1}{2} * 3$	$\frac{1}{2} * 2$	2,5

Fuente: Inclusión.

Una vez contabilizado el puntaje de interdependencias por municipio se aplica el punto de corte general (k) para identificar los municipios que conforman la subregión interdependiente (q). Para el caso del presente ejemplo se supone un punto de corte sobre el puntaje de interdependencias de 3, $k = 3$. Es decir, de acuerdo a la estructura igualitaria de pesos, un municipio debe acumular como mínimo 6 flujos interdependientes (de entrada y salida) para que sea incluido en la subregionalización.

De acuerdo con el valor de k y con el puntaje de interdependencias, se tiene que la región interdependiente está conformada por los municipios 1 y 2 ($q = 2$). El municipio 3 que acumula un puntaje de interdependencias de 2,5 no forma parte de la subregión.

2. Agregación: indicadores de interdependencia.

a. Indicador de incidencia (H)

El índice de recuento (H), mide el número de municipios con un puntaje de interdependencias igual o superior al punto de corte general (con $CT_i \geq k$) sobre el total de municipios que conforman el territorio ($H = \frac{q}{N}$). De acuerdo con esto, el índice de recuento es igual a 67%, es decir 2/3 del territorio tiene interdependencias multidimensionales.

b. Indicador de intensidad (A)

Para obtener el promedio de interdependencias posibles acumuladas por los municipios que conforman la subregión (A) es necesario censurar en la matriz de interdependencias los flujos de los municipios que no hacen parte de la subregionalización (municipios con $CT_i < k$). A nivel municipal, el A_i corresponde al promedio de interdependencias posibles acumuladas por cada municipio ($A_i = \frac{CT_i(k)}{CT_iMax(k)}$).

$$Matriz\ de\ interdependencias = \begin{array}{c} \begin{array}{cc} m1 & m2 & m3 \\ \begin{array}{cc} A & B \end{array} & \begin{array}{cc} A & B \end{array} & \begin{array}{cc} A & B \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 1 & A \\ 2 & B \\ 2 & A \\ 2 & B \end{array} \\ \begin{array}{cc} 2 & A \\ 0 & B \end{array} \end{array} \begin{array}{c} m1 \\ m2 \\ m3 \end{array}$$

En este caso, se censuran los flujos de entrada y salida del municipio 3 para obtener la matriz de interdependencias censurada en $k = 3$; y se procede a realizar el nuevo conteo de interdependencias censuradas que será la base para la construcción del indicador de intensidad.

$$Matriz\ de\ Interdependencias\ Censurada = \begin{array}{c} \begin{array}{cc} m1 & m2 & m3 \\ \begin{array}{cc} A & B \end{array} & \begin{array}{cc} A & B \end{array} & \begin{array}{cc} A & B \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 1 & A \\ 1 & B \\ 1 & A \\ 1 & B \end{array} \\ \begin{array}{cc} 0 & A \\ 0 & B \end{array} \end{array} \begin{array}{c} m1 \\ m2 \\ m3 \end{array}$$

Al censurar los flujos del municipio 3, se modifica el valor máximo de flujos posibles del resto de municipios. Para $k = 3$ el conteo máximo de interdependencias posibles por municipio es de 4, correspondiente a 2 flujos de entrada y 2 de salida, por tanto el puntaje máximo de interdependencias es de 2 ($CT_iMax(k) = 2$). Para el caso de nuestro ejemplo, el puntaje de interdependencias censuradas, $CT_i(k)$, coincide con el puntaje máximo de interdependencias para los municipios 1 y 2, $CT_iMax(k)$. Así las cosas, el indicador de intensidad de interdependencias a nivel municipal toma el valor de 1 para los municipios 1 y 2. Por su parte, el promedio de interdependencias posibles para la subregión también toma el valor de 1 ($A=1$).

Tabla 18. Resultados del valor de A por municipio para el caso de $k=3$.

Municipio	Conteo de flujos		Puntaje de interdependencias	A
	Dimensión A	Dimensión B		
Municipio 1	2	2	2	1
Municipio 2	2	2	2	1
Municipio 3	0	0	0	0
Total subregión	4	4	4	1

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

c. Incidencia ajustada (M0)

El índice de incidencia ajustada (M0) es el producto entre el índice de incidencia (H) y el índice de intensidad (A). Para el caso de nuestro ejemplo hipotetico, la incidencia ajustada cuando $k = 3$ es de 67%.

d. Brecha ajustada (M1)

El índice de brecha ajustada (M1) es el producto entre la incidencia (H), la intensidad (A) y la brecha promedio de la región interdependiente (G).

La brecha promedio de la región interdependiente (G) se calcula con la matriz de brechas. Se parte de la matriz de flujos interdependientes y se aplica la fórmula de brecha a los flujos con valores positivos. Los flujos igual a 0 conservan su valor en la matriz de brechas.

$$\text{Matriz de Brechas} = \begin{pmatrix}
 \begin{matrix} & \begin{matrix} m1 \\ A & B \end{matrix} & & \begin{matrix} m2 \\ A & B \end{matrix} & & \begin{matrix} m3 \\ A & B \end{matrix} \end{matrix} \\
 \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0,086 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,214 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0,400 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0,143 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix} \\
 \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0,040 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0,314 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,180 & 0 \end{matrix} \\
 \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0,014 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \end{matrix}
 \end{pmatrix}$$

Al igual que el resto de indicadores, la brecha promedio (G) depende del valor del punto de corte general para la subregión (k). En vista de lo anterior, es necesario censurar (asignar

ceros) en la matriz de brechas las entradas de los municipios que no integran la subregión (municipio 3).

$$Matriz\ de\ Brechas\ Censurada = \begin{pmatrix} & \begin{matrix} m1 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m2 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m3 \\ A & B \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,214 & 0 \\ 0 & 0,400 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0,086 & 0 \\ 0 & 0,040 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \end{pmatrix} \begin{matrix} A \\ B \\ A \\ B \\ A \\ B \end{matrix} \begin{matrix} m1 \\ m2 \\ m3 \end{matrix}$$

Ahora se promedian las brechas censuradas¹⁸ de las interdependencias para obtener brecha promedio de la región interdependiente (G). Se suman las brechas de entrada (filas) y las brechas de salida (columnas) ponderadas por los pesos dimensionales y se divide sobre el puntaje de interdependencias ($CT(k)$). Con un k de 3 la brecha promedio de la región es de 0,185 ($G = \frac{((\frac{1}{2})0,214 + (\frac{1}{2})0,4 + (\frac{1}{2})0,086 + (\frac{1}{2})0,04 + (\frac{1}{2})0,086 + (\frac{1}{2})0,04 + (\frac{1}{2})0,214 + (\frac{1}{2})0,4)}{4}$).

La brecha ajustada ($M1 = H \times A \times G$) en este caso es de 0,124.

e. Brecha ajustada al cuadrado (M2)

Para obtener el indicador de brecha ajustada al cuadrado es necesario promediar las brechas al cuadrado. La matriz de severidad contiene el cuadrado de las brechas de los flujos interdependientes ($g_{ij}^2 = \left(\frac{f_{ij}-z_j}{z_j}\right)^2$).

$$Matriz\ de\ Severidad = \begin{pmatrix} & \begin{matrix} m1 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m2 \\ A & B \end{matrix} & \begin{matrix} m3 \\ A & B \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,046 & 0 \\ 0 & 0,160 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0,130 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0,007 & 0 \\ 0 & 0,002 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,020 & 0 \\ 0 & 0,032 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} & \begin{matrix} 0,0002 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,099 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \end{pmatrix} \begin{matrix} A \\ B \\ A \\ B \\ A \\ B \end{matrix} \begin{matrix} m1 \\ m2 \\ m3 \end{matrix}$$

La matriz de severidad censurada, solo contiene las entradas de las interdependencias que conforman la subregión ($CT_i \geq k$), para el resto de municipios se censuran los valores positivos de severidad sustituyendo por cero.

¹⁸ Es importante recordar que al tratarse de interdependencias las matrices reflejan flujos de entrada y salida; y el análisis se hace sobre el total de flujos (FE+FS).

Matriz de Severidad Censurada =

La severidad promedio de la subregión es la suma pesada de la severidad de los flujos entrada más la severidad de los flujos de salida promediando por el puntaje total de interdependencias, $CT(k)$. La severidad promedio cuando k es igual a 3 es de 0,054 y el indicador de brecha al cuadrado ajustada ($M2 = H \times A \times S$) es de 0,036 ($M2 = 0,67 \times 1 \times 0,054$).

ANEXO 5 – TABLA DE SALIDA RESULTADOS DEL IMIM COMPACTO Y AMPLIADO

Tabla 19. Resultados índice de interdependencias.

Indicadores	Valor	
	Ampliada	Compacta
k	1,9%	3%
H: Incidencia	76%	40%
A: Intensidad	0,06	0,11
G: Profundidad	2,7	3,0
S: Severidad	12,5	14,5
M0: Incidencia ajustada	0,043	0,044
M1: Brecha ajustada	0,11	0,13
M2: Brecha ajustada al cuadrado	0,53	0,64
Servicios transables: aporte al M0	23%	23%
Salud: aporte al M0	13%	10%
Educación: aporte al M0	10%	10%
Ambiente: aporte al M0	10%	11%
Movilidad: aporte al M0	10%	9%
Residuos sólidos: aporte al M0	10%	11%
Agricultura: aporte al M0	9%	8%
Industria: aporte al M0	8%	11%
Acueducto: aporte al M0	6%	6%

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

De la tabla 19 se puede deducir que en la subregión funcional compacta se presentan con mayor frecuencia relaciones de interdependencia entre los municipios que la integran y a su vez estas relaciones son más profundas y en promedio más fuertes que las que se presentan entre los municipios de la subregión ampliada. A continuación se presentan algunas conclusiones adicionales sobre las interdependencias de la subregión funcional ampliada y compacta:

- La región compacta abarca el 40% del territorio de análisis (10 municipios), mientras que la región ampliada está conformada por el 76% (19 municipios)
- En promedio, los municipios de la región compacta acumulan un 11% de los flujos posibles, porcentaje mayor al de la subregión ampliada (6%). Es decir, si bien la subregión ampliada acumula en total un mayor número de flujos los municipios de la subregión funcional compacta acumulan un promedio mayor de los flujos posibles que se pueden obtener en el

territorio funcional, lo que refleja una relación más intensa de interdependencia en la región compacta.

- En la región compacta no solo se presenta un promedio de transferencia de flujos mayor entre los municipios que la integran, sino que la magnitud (profundidad) de los flujos también es más grande.
- A pesar de tener un porcentaje de incidencia (H) mucho menor al de la región ampliada, la región compacta reporta una incidencia ajustada por flujos (M0) muy similar. Esto es consecuencia de una mayor acumulación promedio de flujos entre los municipios de la región compacta (A).
- Como resultado de una mayor profundidad y severidad promedio, tanto la brecha ajustada (M1), como la severidad ajustada (M2) es mayor para la subregión compacta a pesar de que esta concentra un número menor de municipios (H=40%).

ANEXO 6 – LECTURA DE BRECHAS Y SEVERIDAD DE LOS FLUJOS DE INTERDEPENDENCIA

Teniendo en cuenta la información descrita en el marco metodológico referente a los indicadores FGT para la medición de las interdependencias, la tabla número 20 presenta los indicadores de brecha y severidad por variable desagregada simultáneamente por subregión. Como se observa, en promedio los flujos de interdependencia son más significativos en el área compacta en comparación con el área ampliada. En otras palabras el valor de los flujos del área compacta en promedio sobrepasa en mayor medida el punto de corte Z (valor para el cual los flujos pasan a ser significativos).

Tabla 20. Coeficientes de correlación lineal entre variables del IMIM e indicadores de seguridad ciudadana.

Área	Brecha (G)		Severidad (S)	
	Ampliada	Compacta	Ampliada	Compacta
Acueducto	5.2	5.2	2.5	5.5
Movilidad	3.5	4.5	1.1	3.1
Residuos	3.1	2.8	0.7	1
Exc_Industrial	3	2.5	1.7	2.1
Ambiente	2.9	4.1	1	2.8
Exc_agrícola	2.6	2.4	0.8	1.4
Salud	2.4	2.9	0.3	1.1
Exc_Servicios	1.2	1.5	0.1	0.1
Educación	1.2	3.4	0.6	1.3
Promedio	2.7	3	12.5	14.5

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión.

Analizando los valores de brechas y severidad para cada variable, encontramos que las áreas de acueducto y movilidad son las que en promedio muestran flujos más alejados del punto de corte inicial (Z). Lo anterior resulta del hecho de que para estas dos subregiones de interdependencia, las variables de acueducto y de movilidad son las variables que demarcan flujos de interdependencia mayores al 50%, es decir aproximadamente más del 50% de la demanda u oferta de agua potable y trabajo es recibida entre los municipios pertenecientes a la subregión.

ANEXO 7 – CASO DE ESTUDIO: MALAMBO

Como se mencionó anteriormente al exponer los resultados del índice, cuando pasamos de un k (segundo punto de corte) de 1,9% (1,9 % del total de flujos posibles) a un k de 3%, los municipios pertenecientes a la región funcional interdependiente disminuyen de 19 a 10 siendo el municipio de Malambo uno de estos nueve municipios expulsados. En este anexo se presentan los elementos dimensionales que expulsan a Malambo de la región interdependiente propuesta por el índice. Dado que Malambo es un miembro actual del Área Metropolitana de Barranquilla es importante señalar las razones técnicas que a la luz de este estudio no permiten la integración funcional del municipio.

La dimensión en la que Malambo presenta los menores niveles de interdependencia es la dimensión de servicios públicos y sociales. Aunque este municipio presenta tres flujos de interdependencia de los 8 posibles (4 de entrada y 4 de salida) dentro de las cuatro variables de esta dimensión, Malambo cuenta con un nivel alto de oferta y demanda en los bienes y servicios que miden estas variables. Es decir, el municipio en gran medida no depende de otros municipios debido a que en su territorio poseen la infraestructura para proveerse de estos bienes y poseen también una población suficientemente grande que absorbe esta producción. Este es el caso de los servicios de agua potable, educación superior y servicios de salud brindados a madres en estado de embarazo. Lo anterior, no apoya la hipótesis soportada por este documento sobre la importancia de explotar las economías de escala producto de las interdependencias, pero sí demarca potenciales de parte del municipio para la provisión de servicios a otros municipios del departamento.

Por el contrario, las dimensiones que más integran a Malambo son movilidad, economía y ambiente. En el área de movilidad las interdependencias de Malambo solo se enmarcan en un flujo significativo de expulsión. En la dimensión económica, Malambo cuenta con un flujo de expulsión agrícola hacia Barranquilla, un flujo de recepción industrial desde Barranquilla y dos flujos de expulsión industrial hacia Barranquilla y Soledad. Malambo también muestra dos flujos de recepción de servicios transables desde Barranquilla y Puerto Colombia, y un flujo de expulsión en esta variable hacia Sitionuevo.

ANEXO 8 – CONTEXTO DE SEGURIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO CON RELACIÓN A LAS INTERDEPENDENCIAS MUNICIPALES EN EL ATLÁNTICO

La región de estudio presenta amplias disparidades en las condiciones de seguridad entre sus municipios. En el año 2017, mientras Barranquilla, Tubará y Malambo presentaron tasas de homicidios superiores a 24 casos por cada 100 mil habitantes, municipios como Manatí, Palmar de Varela, Piojó, Polonuevo, Santa Lucía, Usiacurí y Remolino, no presentaron caso alguno de homicidios en su jurisdicción. Las interdependencias municipales entre los municipios permiten entender la diferenciada georreferenciación de la inseguridad ciudadana.

Tomando el conteo de flujos totales que superan los umbrales de z para cada variable del índice, se realizó un ejercicio de correlación lineal simple entre las variables para entender las dinámicas de geolocalización de la inseguridad ciudadana. Este análisis permite identificar como aquellos municipios con las mayores interdependencias, en relación al mayor número de flujos de intercambio, ya sea de expulsión o recepción, demuestran tener una mayor propagación de los índices de seguridad ciudadana.

Lo anterior, mostró como resultado la existencia de una correlación significativa entre las variables de hurto a personas y las interdependencias definidas alrededor de los intercambios de bienes industriales, agrícola y de servicios transables, así como con los flujos de personas que se movilizan con la intención de trabajar, estudiar y atenderse en salud, en municipios distintos a sus lugares de residencia. Lo anterior pone de manifiesto que las personas mayormente expuestas a los robos son aquellas que se movilizan con el objeto de trabajar, estudiar y recibir atención médica o las que participan en los intercambios comerciales de bienes y servicios, en lugares distintos a su lugar de residencia.

Adicionalmente, el análisis también permite apreciar cómo aquellos municipios con el mayor número de flujos industriales, presentan unas mayores tasas de homicidios. La localización de este sector industrial ha definido patrones delincuenciales del tipo homicida en los municipios con intercambios significativos sobre este tipo de bienes. Luego, si se tratase de definir una agenda conjunta de trabajo para disminuir el número de homicidios en el departamento, los municipios con los mayores flujos industriales deberían involucrarse más activamente.

Finalmente, los intercambios de servicios transables, también muestran una relación positiva y significativa con las tasas de hurtos a residencia y de violencia interpersonal. Lo cual indica que aquellos municipios con las mayores interdependencias por este tipo de bienes se encuentran propensos a una mayor inseguridad ciudadana.

Tabla 21. Coeficientes de correlación lineal entre variables del IMIM e indicadores de seguridad ciudadana.

Variables	Tasa homicidios (2017)	Tasa hurtos persona (2016)	Tasa hurtos residencia (2016)	Tasa violencia interpersonal (2017)
Movilidad	0.4144	0.6223	0.2473	0.3653
Agricultura	0.4058	0.6043	0.2372	0.3615

Industrial	0.563	0.6673	0.2642	0.473
Servicios	0.461	0.896	0.6897	0.6384
Educación	0.4028	0.6195	0.2591	0.3396
Salud	0.3314	0.5707	0.2393	0.3218
Acueducto	0.289	0.4581	0.2472	0.2747
Residuos	-0.1031	-0.0116	-0.1535	-0.0615
Ambiente	-0.0702	0.1974	0.0547	0.1239

Fuente: Elaboración Fundesarrollo-Inclusión. Nota: Se clasifican como importantes aquellas correlaciones superiores al 0.5.

No se encuentra relación alguna entre la tasa de hurtos a residencias y de violencia interpersonal con las interdependencias en: movilidad, ambiente, agricultura, educación, industrial, residuos, salud y acueducto. Tampoco se identifica relación alguna entre la tasa de homicidios con los flujos en: movilidad, ambiente, agricultura, educación, residuos, salud, servicios y acueducto. Por último no se encuentra correlación de la tasa de hurto a personas con los intercambios por servicios ecosistémicos, de disposición de residuos sólidos y de provisión de agua potable.