

Universidad de Huelva

Departamento de Historia, Geografía y Antropología



Movilidad viaria entre Cartagena de Indias y su área de influencia (2009-2019)

Memoria para optar al grado de doctor
presentada por:

Julio Amézquita López

Fecha de lectura: 11 de mayo de 2023

Bajo la dirección del doctor:

José Manuel Jurado Almonte

Huelva, 2023



Universidad de Huelva

Departamento de Historia Geografía y Antropología



Movilidad viaria entre Cartagena de Indias y su área de influencia (2009-2019)

Memoria para optar al grado de doctor presentada por:

Julio Amézquita López

Dirección: Dr. José Manuel Jurado Almonte

Fecha de depósito: marzo de 2023

**Programa de Doctorado "Ciencia Regional, Empresa y Territorio"
(CREMTE). Escuela de Doctorado de la Universidad de Huelva**

Universidad de Huelva

Departamento de Historia Geografía y Antropología



Movilidad viaria entre Cartagena de Indias y su área de influencia (2009-2019)

Memoria para optar al grado de doctor presentada por:

Julio Amézquita López

Dirección: **Dr. José Manuel Jurado Almonte**

Fecha de depósito: marzo de 2023

Programa de Doctorado "Ciencia Regional, Empresa y Territorio"
(CREMTE). Escuela de Doctorado de la Universidad de Huelva

AGRADECIMIENTOS

Nunca comprendí mejor las dimensiones de la movilidad que durante el periodo de Pandemia, cuando estuvimos confinados y sin la libertad de desplazarse e interactuar con nuestros semejantes. Luego de los tiempos aciagos y la desazón, sin el apoyo irrestricto y las contribuciones del Dr. José Manuel Jurado Almonte, director de esta tesis doctoral, esta investigación no hubiera retornado a una senda significativa y de profunda incidencia en mi vida intelectual y personal.

A los investigadores del programa de doctorado CREMTE y del IDL de la Universidad de Huelva, les reconozco gratamente la influencia de sus aportaciones críticos y debates en los espacios de eventos sobre Desarrollo Local, realizados en Huelva, Logroño, Cartagena y otros lugares en donde compartimos textos, experiencias y, además, fundamos amistades.

Las contribuciones institucionales y personales para este trabajo se extienden desde datos, información y debates críticos con varias personas e instituciones vinculadas a estudiar la dinámica urbana (Distrito de Cartagena, Instituto IPREG de la Universidad de Cartagena, Alcaldía de Turbaco, etc.). No obstante, deseo destacar a quienes me apoyaron decididamente desde su experticia: Jorge Valdés en SIG, David Angulo en modelado matemático, Patricia Garcés en temáticas de Ingeniería de Transporte, Rosaura Arrieta en políticas públicas, Norida Vanegas por la compilación de datos y al arquitecto Walberto Badillo (QEPD). Estimulante fue compartir trabajo de campo con los estudiantes de ingeniería civil. A los colegas y amigos de los grupos de investigación de Unicartagena, CTS+I y GIPREG, y del Observatorio del Caribe, gracias por su aliento y compañía.

A mis padres, mi hermano Daniel, Nebis, Paula y Ángela, gracias por la motivación. Dedicado con todo mi amor a María Victoria, Azura, Juan Esteban y Carolina María.

Julio Amézquita López. Colombia, marzo, 2023

Índice de contenidos

Contenidos

Índice de contenidos	6
Índice de tablas	8
Índice de figuras	8
RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	13
1. PROBLEMA Y OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.1. Problema y objeto de investigación	21
1.2. Línea de investigación, interrogantes e hipótesis de investigación	26
1.3. Objetivos	28
1.3.1. Objetivo principal	28
1.3.2. Objetivos específicos.....	28
2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2.1. Esquema de marco teórico	31
2.1.1. Enfoque sobre desarrollo local y globalización	33
2.1.2. Producción social del espacio.....	35
2.1.3. Análisis de la configuración o morfología espacial.....	37
2.1.4. Logística urbana y metropolitana	39
2.1.5. La movilidad cotidiana como un asunto contemporáneo sensible	40
2.2. Sobre el rol de la movilidad en la dinámica urbana.....	41
3. METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. Esquemas de diseño de investigación y enfoque metodológico	43
3.2. Técnicas de investigación, instrumentos y fuentes de datos utilizadas	48
3.2.1. Instrumentos.....	50
3.2.2. Tratamiento de datos y determinación de la muestra.....	51
3.3. Plan de trabajo por etapas.....	52
4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA DINÁMICA EN LOS ACCESOS	55
4.1. Aspectos generales sobre la conectividad vial a escala regional	55
4.2. Sobre la dinámica demográfica y el juego de actores	64

4.3. Evolución de la configuración en los accesos de la frontera intermunicipal con Cartagena de Indias	67
4.4. Caracterización de los itinerarios cotidianos y actividades en los accesos interurbanos	76
4.5. Procesamiento cartográfico para la representación topológica mediante redes espaciales	87
4.6. Análisis de flujos por los accesos de frontera intermunicipal.....	94
4.6.1. Series de tiempo de flujos de frontera según tipología de vehículos	94
4.6.2. Muestreo de tráfico por accesos en horarios de alta afluencia.....	102
4.7. Influencia de la operación logística portuaria y del turismo en los flujos.....	105
4.8. Modelo interpretativo de la dinámica de la movilidad y análisis de correspondencia.....	108
5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	113
6. CONCLUSIONES.....	116
7. BIBLIOGRAFÍA.....	121
ACRÓNIMOS	128
ANEXOS	129
Anexo A. Evolución de la configuración de los accesos limítrofes de Cartagena de Indias	129
Anexo B. Encuesta de movilidad de frontera interurbana	136
Anexo C. Histórico de tráfico anual por peajes y accesos	146
Anexo D. Análisis de resultados por muestreo de caracterización de tráfico en los accesos periurbanos	149
Anexo E. Aportación de la AGE (2023). “Logística urbana y puerto de Cartagena de Indias. Tensiones y desafíos”	185
Anexo F. Artículo en <i>Infrastructures</i> (2021). “Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case”	207
Anexo G. Aportación (2018) en “La infraestructura logística en el Sur de Bolívar: estado actual y potencialidades”	228
Anexo H. Aportación (2018) en “La ruta turística Macondo, una oportunidad para los municipios de Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera”	245

Índice de tablas

Tabla 1. Comparativo Censos 2018 vs 2005, cambios poblacionales y densidades	64
Tabla 2. Tipología de vehículos que circulan por Distrito de Cartagena	95
Tabla 3. Volumen agregado de tráfico entre periodos por la frontera	99
Tabla 4. Tráfico urbano versus fronterizo o periférico por corredor de carga (2013 – 2019)	101

Índice de figuras

Figura 1. Localización geográfica del Distrito de Cartagena de Indias y su subdivisión por corregimientos.	18
Figura 2. Sobre la representación del objeto territorial de la investigación	22
Figura 3. Localización, forma y extensión de la frontera terrestre entre Cartagena de Indias y sus municipios vecinos.	24
Figura 4. Estructura conceptual y su lógica de relacionamiento	26
Figura 5. Contribuciones al estado del arte y de la técnica	32
Figura 6. Esquema de diseño de investigación	45
Figura 7. Estructura funcional y de servicios del departamento de Bolívar.....	58
Figura 8. Área de influencia del Canal del Dique, Ordenamiento productivo ANI	60
Figura 9. Distancia desde el Puente de Turbaco hasta La Cruz del Viso	62
Figura 10. Distancia desde la Glorieta del Pozón hasta San Estanislao de Kostka.....	63
Figura 11. Mapa del Sistema de conectividad vial en la frontera terrestre de Cartagena .	68
Figura 12. Mapa de Localización de los puntos seleccionados para muestreo de tránsito	69
Figura 13. Acceso (2005) por las Ramblas (Vía 90ª hacia el norte, Santa Catalina y Barranquilla)	70
Figura 14. Acceso (2020) por las Ramblas (Vía 90ª hacia el norte, Santa Catalina y Barranquilla)	71
Figura 15. Imagen satelital Acceso (2005) por Rotonda de El Pozón – La India, hacia corregimiento de Bayunca y municipios de Santa Rosa y Clemencia.	72
Figura 16. Imagen satelital Acceso (2021) por Rotonda de El Pozón – La India, hacia corregimiento de Bayunca y municipios de Santa Rosa y Clemencia.	72
Figura 17. Imagen satelital (2006) del acceso Puente de Turbaco - Parada TRANSCARIBE en El Rodeo.....	73
Figura 18. Imagen satelital (2020) del acceso Puente de Turbaco - Parada TRANSCARIBE en El Rodeo.....	74
Figura 19. Imagen satelital (2006) Sector entrada a Mamonal (Bomba Brío – Policarpa - Las Olas)	74
Figura 20. Imagen satelital (2020) Sector entrada a Mamonal (Bomba Brío – Policarpa - Las Olas)	75
Figura 21. Distribución por Municipio de residencia de encuestados	76
Figura 22. Número desplazamientos semanales desde la residencia hacia al municipio destino	77

Figura 23. Lugares identificados como frontera o borde durante en los itinerarios semanales entre municipios.....	78
Figura 24. Uso de lugares de transbordo en los itinerarios cotidianos, desde y hacia Cartagena de Indias (antes de pandemia)	79
Figura 25. Imagen Acceso Puente Turbaco, Paradero SITM TRANSCARIBE El Rodeo, sentido de Turbaco hacia Cartagena de Indias	80
Figura 26. Imagen vespertina acceso Puente Turbaco, Paradero Estación de Gasolina Petromil, Sentido de Cartagena de Indias hacia Turbaco	81
Figura 27. Imagen acceso Rotonda el Pozón, estación informal de colectivos a Santa Rosa, Clemencia y Santa Catalina.....	82
Figura 28. Imagen acceso Rotonda el Pozón, estación informal de motos a Santa Rosa, Clemencia y Santa Catalina.....	83
Figura 29. Imagen vespertina de la Rotonda El Pozón Tarde y Villa de Aranjuez	83
Figura 30. Acceso Rotonda el Pozón, entrada a Villa de Aranjuez.....	84
Figura 31. Acceso Rotonda el Pozón, entrada Urbanización La India, frente a la Unidad deportiva Rocky Valdez	84
Figura 32. Uso de medios de transporte de itinerarios cotidianos, desde y hacia Cartagena de Indias (Antes de pandemia)	86
Figura 33. Horarios según intensidad de afluencia en itinerarios cotidianos, desde y hacia Cartagena de Indias (antes de pandemia)	87
Figura 34. Identificación de enclaves y rutas principales del Distrito de Cartagena.....	88
Figura 35. Distribución de longitud de calles de la red vial de Cartagena de Indias	89
Figura 36. Distribución de longitud de calles de la red vial de Cartagena de Indias	91
Figura 37. Distribución espacial de medidas de centralidad en la red vial de Cartagena de Indias.....	92
Figura 38. Tipología de vehículos automotores de cuatro y más ruedas.....	95
Figura 39. Volumen agregado de tráfico por tipo de vehículo 2001-2019.....	97
Figura 40. Evolución histórica de tráfico anual de vehículos por los peajes (2009-2019). 99	
Figura 41. Comparación de frecuencias promedio semanal de llegadas en la mañana por acceso (motos vs resto de vehículos).....	103
Figura 42. Comparación de frecuencias promedio semanal de salidas por la tarde por acceso (motos vs resto de vehículos).....	105
Figura 43. Grupos de interés asociados a diferentes cadenas logísticas que conviven en Cartagenas	106
Figura 44. Prueba de Chow	109
Figura 45. Verificación de régimen de flujo vehicular por peajes periurbanos	110
Figura 46. Intervalos de confianza de quiebres estructurales.....	110
Figura 47. Modelo ANOVA 1, Flujo vehicular de pasajeros.....	111
Figura 48. Modelo ANOVA 2, Flujo vehicular de Carga	112

Movilidad viaria entre Cartagena de Indias y su área de influencia (2009-2019)

RESUMEN

La movilidad cotidiana es un fenómeno estudiado desde diferentes enfoques y con propósitos variados, pero con repercusiones en la dinámica urbana y metropolitana según la escala de análisis, que van desde lo espacial, social y político hasta la sustentabilidad y cohesión territorial.

Esta investigación estudia diferentes enfoques e instrumentos para combinarlos en una heurística que permita comprobar la correlación entre la movilidad cotidiana de quienes transitan cotidianamente por la frontera intermunicipal, respecto a la evolución de la configuración espacial en Cartagena de Indias y su área de influencia, considerando la disrupción o emergencia como la expresión categórica de dicha dinámica o diferenciación.

Para resolver esta comprobación se combinan diferentes enfoques y métodos para una heurística que aborda los factores determinantes y sus efectos inesperados o de autoorganización. En particular, la congestión vial resulta ser un fenómeno emergente que permite evaluar los resultados de políticas de infraestructura viaria o de instrumentos de regulación de tránsito y transporte en una ciudad con enclaves turísticos y portuarios en relación con los grados de libertad en los desplazamientos y la accesibilidad para las personas que transitan en esta área urbana.

Los resultados de esta investigación permitirán un abordaje más comprensivo sobre los efectos inesperados o de autoorganización en la movilidad cotidiana derivados de las políticas de infraestructuras y los instrumentos de regulación de movilidad y transporte. De los efectos vinculados a la operación de los enclaves turísticos o portuarios, se consideran de mayor incidencia aquellos que afectan los grados de

libertad en los desplazamientos y accesibilidad de las personas que transitan hacia y desde el área de influencia de Cartagena de Indias.

Palabras claves: Movilidad viaria, accesibilidad, dinámica periurbana y metropolitana, congestión urbana, Colombia.

Road mobility between Cartagena de Indias and its area of influence (2009-2019)

ABSTRACT

Everyday mobility is a phenomenon studied from different approaches and for different purposes, but with repercussions on urban and metropolitan dynamics depending on the scale of analysis, ranging from spatial, social and political to sustainability and territorial cohesion.

This research studies different approaches and instruments in order to combine them in a heuristic that allows us to verify the correlation between the daily mobility of those who transit the inter-municipal border on a daily basis, with respect to the evolution of the spatial configuration in Cartagena de Indias and its area of influence, considering the disruption or emergence as the categorical expression of this dynamic or differentiation.

To solve this test, different approaches and methods are combined for a heuristic that addresses the determining factors and their unexpected or self-organising effects. In particular, road congestion turns out to be an emerging phenomenon that allows to evaluate the results of road infrastructure policies or traffic and transport regulation instruments in a city with tourist and port enclaves in relation to the

degrees of freedom of movement and accessibility for people travelling in this urban area.

The results of this research will allow a more comprehensive approach to the unexpected or self-organising effects on everyday mobility derived from infrastructure policies and mobility and transport regulation instruments. Of the effects linked to the operation of tourist or port enclaves, those that affect the degrees of freedom in the movement and accessibility of people travelling to and from the area of influence of Cartagena de Indias are considered to have the greatest impact.

Keywords: Road mobility, accessibility, peri-urban and metropolitan dynamics, urban congestion, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La relevancia otorgada por diversos autores (Fautrero 2007; López Lara 1988; Naranjo Gómez, Castanho and Vulevic 2022) sobre la comprensión de la dinámica o diferenciación regional y local, con base en los estudios sobre los transportes, las comunicaciones y las redes, involucra diferentes aproximaciones metodológicas, orientadas mayormente a un objeto de estudio común que resulta ser la *producción y organización del espacio geográfico* a escalas regionales y/o locales, y cuyas expresiones o efectos más evidente se interpretan en la dinámica de urbanismo y en la movilidad espacial; está última expresada en flujos, como agregado de desplazamientos.

La tendencia a escala mundial es la concentración de la población mundial en aquellas ciudades con nexos globales y flujos transfronterizos, dentro de las cuales destacan las ciudades-portuarias: Estas ciudades portuarias suelen presentar un urbanismo más acelerado, evolucionando en nodos o vectores principales de arreglos de carácter regional o metropolitano debido a la expansión de la influencia portuaria (Fujita 1995). En el área de influencia con eje en estas ciudades suelen gravitar otras aglomeraciones urbanas próximas, con interacciones funcionales interurbanas que se extienden permeando las fronteras de la ciudad o nodo urbano principal (Lan and Zhong 2018; Mareš and Savy 2021).

La posición o jerarquía de nodo principal de las ciudades portuarias con fuertes relaciones funcionales con sus municipios vecinos puede interpretarse como resultado de su capacidad inercial de atraer inversión pública y de capitales globales debido el efecto de los enclaves portuarios o productivos y al tránsito de flujos de comercio global, pero también al efecto de su relevancia política al concentrar más ciudadanos y flujos de migración, lo cual retroalimenta positivamente la inversión

pública e institucional, así como la del capital internacional en el nodo principal. Esta trayectoria prominente de aglomeración, en ausencia de implementación efectiva de estrategias de integración regional o metropolitana, puede presentar dificultades o brechas para la integración y autonomía¹ regional y para las condiciones de sustentabilidad del conjunto de ciudades o municipios (Castanho et al. 2017; Vulevic et al. 2021). Un determinante en el desempeño regional funcional es la configuración espacial de la infraestructura de conectividad y los medios de movilidad que la vinculan. Este desafío se revela en las condiciones de desplazamientos de los pobladores.

El alcance o escala del fenómeno de la movilidad en cualquier sistema territorial involucra la definición de un borde o frontera para poder precisar la estructura autónoma de dicho sistema (Klapka, Kraft, and Halás 2020; Mora Aliseda et al. 2012) y distinguir los flujos internos de aquellos exógenos al mismo sistema. Por tanto, se suele evocar al mismo tiempo el área metropolitana o la ciudad con su correspondiente frontera o borde, usualmente para distinguir lo periférico y sus límites (Sohn 2014b).

Las condiciones en la vida urbana contemporánea y el bienestar de la población residente y los visitantes han estado mayormente determinadas por el factor de movilidad espacial en los últimos 40 años, es decir, por los flujos de desplazamientos de las personas tanto cotidianos como ocasionales.

Cada día, la mayor parte de las demandas sociales en las ciudades en crecimiento en Latinoamérica se intensifican sobre los medios, atributos, costes, oportunidades e impactos del transporte público y privado (Gómez-Lobo 2019; De Oliveira et al.

¹ Una región o territorio funcional es una estructura relativamente autónoma. Esto significa que son internamente coherentes y externamente autocontenidas con respecto a la interacción espacial analizada: la mayoría de los flujos deben tener su origen y destino dentro de una región, y sólo una minoría cruza su frontera.

2017; Quintero-González 2017), así como sobre la falta de soluciones a la congestión vehicular, la accidentalidad y sobre las posibilidades fácticas de aumentar las opciones y grados de libertad de movilidad urbana e interurbana de las personas. Este panorama se complejiza debido a la proliferación de regulaciones e instrumentos de restricción de tránsito vehicular (Alcántara Vasconcellos 2010; Lotero Vélez, Germán and Heredia 2014), y el tipo de red de infraestructura resultante de una cultura de la inversión y gestión de espacio público proclive al automóvil. De esta manera, estas demandas toman nueva conciencia y relevancia en medios de comunicación, haciendo de la movilidad urbana y regional un tema público sensible y de diario acontecer, con consideraciones y discursos sobre la disputa de espacio público disponible por parte del parque automotor frente al peatón o la bicicleta (Campisi et al. 2021; Gerike et al. 2016; Ministerio de Vivienda y Urbanismo and GOBIERNO DE CHILE 2013), así como sobre la gestión de sistemas de transporte público (fuentes y tipo de inversión, niveles de servicio, tarifas al ciudadano, costos de sostenimiento y desempeño efectivo) (Ezzati et al. 2021; Gómez-Lobo 2019; Gonzalez-Feliu and Salanova 2012; López et al. 2019; Taniguchi et al. 1999; Toro López and Van Den Broeck 2021).

Los efectos a largo plazo sobre la movilidad espacial cotidiana u ocasional, cuando no resulta efectiva esta gestión territorial o cuando se perturba o sobrepasa la capacidad de un sistema urbano por flujos externos, son el aumento de la congestión, así como de la inseguridad en espacio público, la accidentalidad, el crecimiento de la huella de calor y de emisiones de gases, las demandas de accesibilidad de los pobladores más marginados, y la pérdida de la confianza ciudadana sobre la gestión pública, entre algunos otros efectos.

Esta preeminencia de movilidad espacial como tema central en la dinámica urbana y regional se evidencia en los nuevos enfoques empíricos de sistematización del conocimiento para fines prácticos de gestión territorial (*Logística urbana, ciudades sustentables, ciudades de los 15 minutos, ciudades saludables, urbanismo táctico,*

etc.), que pretenden comprender desde la experimentación la complejidad de los sistemas urbanos para poder incidir en su dinámica o cambio.

Consecuentemente con el creciente interés y posicionamiento de la movilidad en la agenda pública, avanza la convergencia de enfoques, métodos, e instrumentos relacionados con la movilidad urbana y con los problemas de conectividad espacial. De esta exploración con renovado interés dan cuenta una profusión de autores (Reynoso 2010), desde diferentes disciplinas con aportaciones desde la geografía, la física, la sociología, la antropología, la ingeniería de transporte e incluso desde una nueva comprensión de las interacciones sociales. Dichas aportaciones nos ofrecen instrumentos de análisis de sintaxis espacial, elementos de la geografía relacionada con centralidades y fronteras, métodos de análisis de intersecciones viales y niveles de servicios de la ingeniería de transporte, así como análisis de datos cuantitativos de flujos de desplazamientos por medios automotores y consideraciones respecto a los accesos desde el punto de vista del paisaje y confort en el espacio urbano.

Nuevos enfoques reivindican nuevamente el derecho a la ciudad y el protagonismo del ciudadano cuando es peatón, con lineamientos disruptivos de planificación, inversión y/o recuperación de más espacio público por habitante y promoción de la movilidad autónoma o ligera para poder hacer de las ciudades sitios donde se privilegia la accesibilidad a las personas en modo peatonal y se replantean los espacios e intensidad de uso para los vehículos (Axhausen 2007; Baumgartner 2021; Gonzalez-Urango et al. 2020a; Jin, Lu, and Sun 2022; Macedo et al. 2022). Para el caso de Cartagena de Indias (Colombia), resulta una tendencia el creciente volumen de desplazamientos de moto y bicicleta, aún en ausencia de infraestructura para movilidad ligera (Cabeza-Morales 2015).

La motivación principal para abordar la problemática sobre la movilidad de frontera urbana o periurbana en esta tesis está relacionada con establecer correspondencias

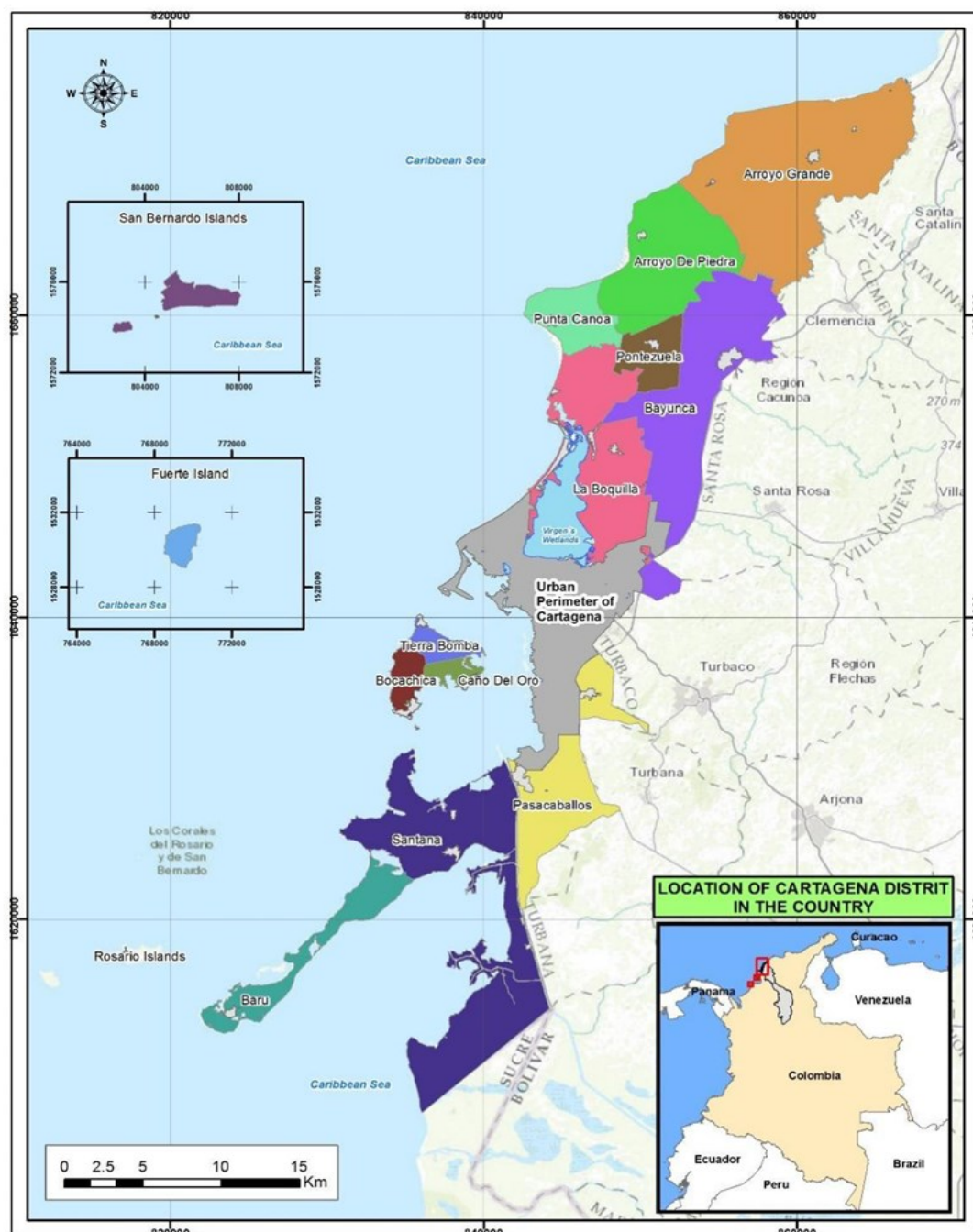
entre los patrones o rutinas de desplazamiento y conmutación o transbordo de las personas en la frontera y los factores que en mayor grado influyen o determinan los cambios en dichos accesos donde se confluyen y se interpretan simultáneamente las problemáticas y fenómenos de borde en tanto son espacios de frontera intermunicipal o interregional.

Esta investigación y tesis doctoral busca comprender la evolución o diferenciación en la movilidad intermunicipal cotidiana para Cartagena de Indias y sus municipios vecinos, a partir de la evidencia de cambios en los flujos de desplazamientos e intercambios de las personas en los accesos terrestres periurbanos de la ciudad de Cartagena de Indias para el periodo 2009-2019.

El espacio geográfico estudiado se encuentra entre los límites terrestres del Distrito de Cartagena de Indias y sus municipios vecinos, específicamente en los accesos urbanos vinculados las vías donde existe intercambios de flujos de tránsito que conmutan entre Cartagena de Indias y los municipios de Turbana, Turbaco, Santa Rosa, Clemencia y Santa Catalina (Figura 1).

Los fenómenos a verificar, tanto inerciales como los emergentes, son los de efecto directo o inmediato sobre los desplazamientos de las personas, tanto sobre la vía como en los lugares de trasbordo o conexión al lado de la vía, como por ejemplo la variación de itinerarios o circuitos o de lugar de transbordo, de intensidad o volumen, o tiempos de desplazamiento, exposición a riesgo de accidentalidad, tarifas y costos de transporte. Mientras que los efectos socio-espaciales indirectos o de mediano y largo plazo están relacionados con fenómenos de frontera estudiados a una escala temporal mayor, como pueden ser las intervenciones en los accesos para articulación metropolitana o transformación del uso de espacio público, los cambios en los incentivos y las regulaciones de urbanismo en suelos de frontera, y densificación urbana entorno a los accesos o conurbación entre municipios.

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE CARTAGENA DE INDIAS Y SU SUBDIVISIÓN POR CORREGIMIENTOS



Fuente: Amézquita, Angulo y Valdés basado en IGAC 2018, Mapa de Topografía ESRI 2018, Secretaría de Planeación del Distrito de Cartagena de Indias, 2019

La comprensión de la correspondencia entre variaciones en los atributos de movilidad y la configuración de los accesos periurbanos tiene el potencial de reinterpretar o priorizar para los estudios sobre movilidad y desarrollo urbano aquellos factores subyacentes o poco evidentes (Pumain 2003), pero que resulten críticos para explicar la emergencia o cambios de tendencias en la movilidad de personas a través de la frontera urbana en el caso de ciudades portuarias como Cartagena de Indias. Esta heurística pretende una aproximación inductiva para el estudio posterior de ciudades portuarias intermedias en Latinoamérica en contextos de fuerzas de globalización y de actuaciones sobre su frontera marítima y terrestre centralizadas en gobiernos nacionales, al tiempo que reposiciona el valor de los accesos de Cartagena de Indias como espacios de oportunidad para ampliar las opciones de movilidad de las personas y para la integración metropolitana.

La estructura y contenidos de esta investigación abordan la problemática de movilidad espacial periurbana o de frontera proponiendo analizar los determinantes y atributos de dicha movilidad cotidiana de las personas en correspondencia con los cambios en la configuración de las redes de carreteras y del espacio público conexas a estas vías en la frontera intermunicipal. Consecuentemente, se enfoca en examinar la diferenciación o evolución de interacciones socio - espaciales en los lugares donde los itinerarios y trayectos de las personas cruzan cotidianamente la frontera terrestre urbana de Cartagena de Indias, y se expresan principalmente como flujos de personas transitando y actividades de transbordo o conmutación entre medios de transporte, tanto motorizado como no motorizado.

Por tanto, sólo haremos referencia a los flujos de movilidad ocasional (no cotidiana) de los residentes y visitantes, que se relacionan con el turismo y otras actividades, para diferenciarlos en cuanto a frecuencia de viaje y volumen por temporadas.

La expectativa de esta investigación se orienta a determinar la naturaleza de las relaciones que se establecen entre la variación de los flujos de desplazamientos e

itinerarios cotidianos de personas en el espacio de la frontera urbana con respecto a aquellas intervenciones de naturaleza espacial o regulatoria sobre las condiciones de tránsito y el transporte de pasajeros.

Estos cambios críticos y sensibles en las interacciones y desplazamientos de las personas, que suelen percibirse como rupturas en la tendencia, en especial en el espacio fronterizo de un sistema territorial, han generado en los últimos años un interés creciente en los estudios con enfoques desde la complejidad (Derecho a la ciudad, análisis configuracional y redes sociales, justicia espacial, métodos prospectivos aplicados al territorio, redes espaciales y modelos basados en agentes, modelación de sistemas complejos, simulaciones para logística urbana, etc.). Siguiendo este enfoque el objeto de estudio en esta investigación será la relación emergente entre estos cambios en las pautas e itinerarios de desplazamientos y la configuración espacial en la frontera urbana y los nodos de acceso terrestres a Cartagena de Indias.

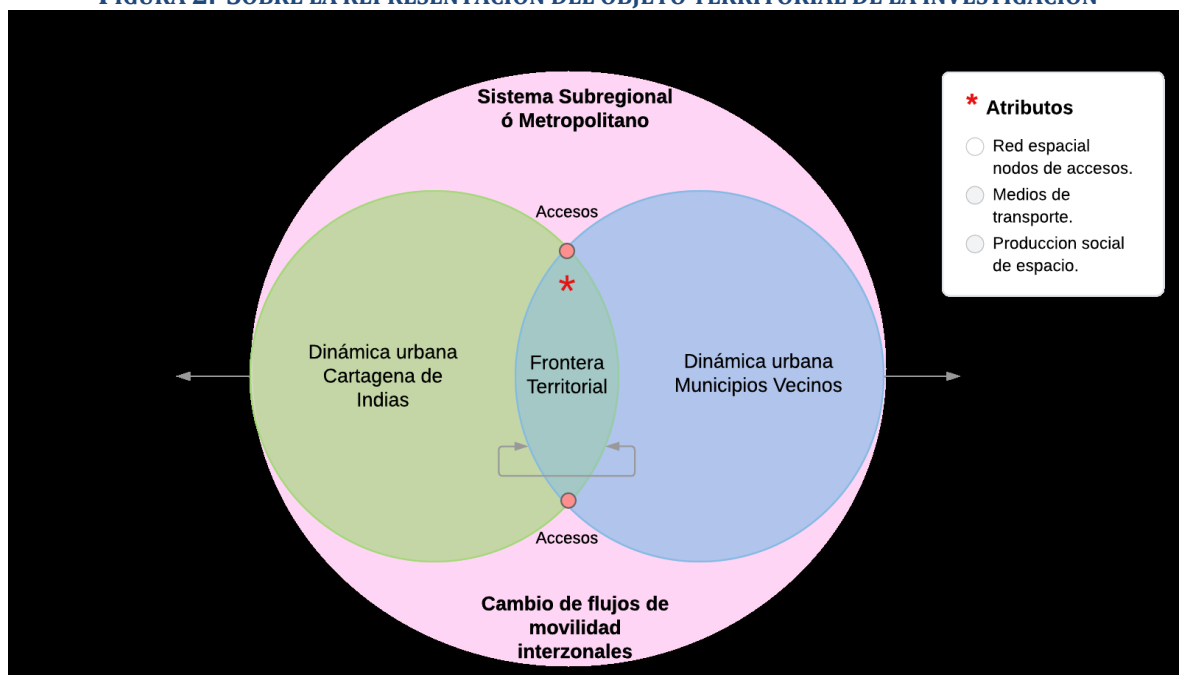
1. PROBLEMA Y OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Problema y objeto de investigación

En este capítulo corresponde definir la movilidad urbana como problema² territorial y consecuentemente a partir de la expresión del problema se desarrolla su correspondiente heurística, desde las posibilidades de mixtura de métodos e instrumentos provenientes de diferentes disciplinas o campos de estudio conforme a los datos disponibles. El problema territorial es la movilidad cotidiana de las personas en la frontera intermunicipal como expresión de los determinantes de la evolución en la configuración de los accesos periurbanos. Una representación del *objeto territorial* a investigar se ilustra a continuación:

² La aproximación heurística a las redes sociales y sus dinámicas que nos propone Carlos Rynoso, define, “*el problema consiste en determinar si una expresión pertenece a un lenguaje*” (Reynoso, 2011)

FIGURA 2. SOBRE LA REPRESENTACIÓN DEL OBJETO TERRITORIAL DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaborado por Julio Amézquita López, 2022

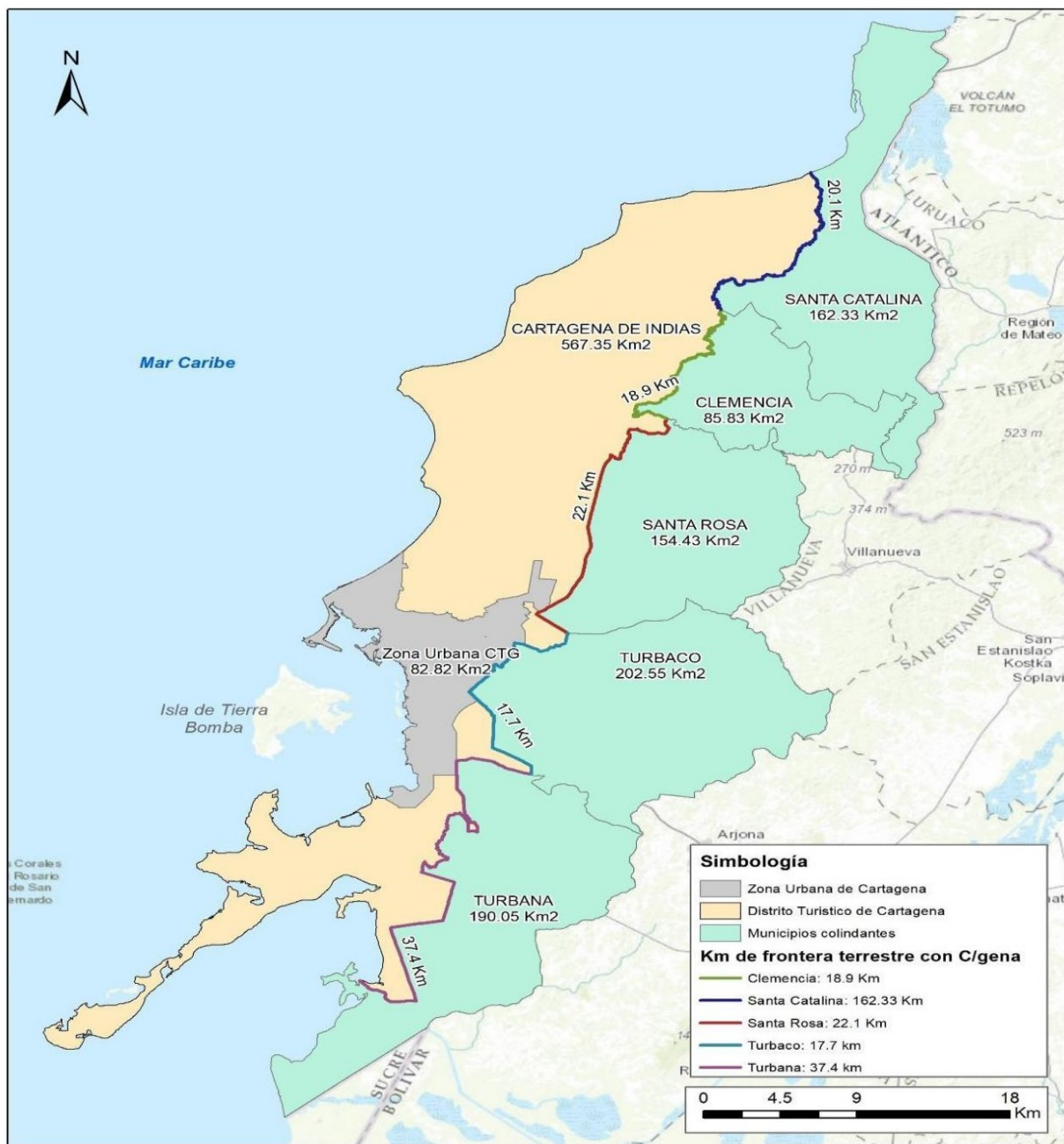
La movilidad urbana suele diferenciarse en movilidad cotidiana y en movilidad ocasional. En cuanto a su naturaleza espacial la movilidad tiene dos sentidos: uno como proceso apropiado o resuelto que se traduce en movimiento efectivo o físico (generalmente expresado bajo métrica de espacio euclidiano como un flujo) y el segundo sentido como proceso potencial (como virtualidad no realizada, es decir como opción alterna para los agentes que se movilizan). Esta doble valoración cognitiva es un factor clave de la condición histórica de crecimiento en la movilidad humana, debido a *"la propensión a buscar un número importante de lugares de actividad, más que a reducir los tiempos de desplazamientos"* (Pumain y Saint-Julien, 2014).

En un lapso determinado los desplazamientos e interacciones cotidianas de las personas en el espacio público de la periferia urbana se pueden atribuir a cambios simultáneos en diferentes factores, pero con escalas e inercias muy diferentes. Por

un lado, estarían aquellas tendencias “*pesadas*”, como son las dinámicas poblacionales tanto endógenas y locales como las migratorias, así como las políticas que orientan proyectos de segregación o de aglomeración metropolitana que, a su vez, afectan la jerarquía e interrelación funcional (especialización, complementariedad, concurrencia, etc.), la gestión del ordenamiento territorial (Mora Aliseda 2012) y sus consecuentes planes e iniciativas de carácter urbanístico (espacio público, equipamientos, servicios) entre un municipio y sus vecinos, o pueden estar condicionadas por las características de conectividad espacial según la configuración de la trama vial regional y local, los modos y opciones disponibles de transporte interurbano y urbano, los regímenes e instrumentos de regulación de tránsito y la incidencia de los denominados factores de la globalización que se expresan en enclaves industriales o plataformas de comercio internacional que inciden en el desempeño de la logística urbana.

Sobre la determinación de la frontera intermunicipal, la configuración territorial y la conectividad entre municipios, al margen que haya definiciones político - administrativas, los desplazamientos de las personas se concretan a través de los accesos, lo cuales son aquellos lugares que permiten conmutar entre una zona urbana y una rural, o entre un municipio y otro.

FIGURA 3. LOCALIZACIÓN, FORMA Y EXTENSIÓN DE LA FRONTERA TERRESTRE ENTRE CARTAGENA DE INDIAS Y SUS MUNICIPIOS VECINOS



Fuente: Adaptado por Julio Amézquita y Jorge Valdez (2021) a partir de cartografía IGAC 2019

Con referencia al sistema subregional o metropolitano que configuran los municipios frontera o limítrofes con Cartagena de Indias lo constituyen, en orden descendente de norte a sur, Santa Catalina, Clemencia, Santa Rosa, Turbaco y Turbana.

A partir de esta representación del objeto, y con el objeto de resolver la expresión del problema, revisaremos las aportaciones de diferentes marcos teóricos y heurísticos frente a las condiciones de recopilar la información necesaria y pertinente. La restricción fundamental de partida para afrontar este estudio es la carencia de sistema de monitoreo permanente o regular sobre los flujos de movilidad en la frontera por parte de los municipios involucrados en la frontera. Esta carencia incluye a Cartagena de Indias, a pesar de la presencia de cámaras para regulación de tránsito, la organización, clasificación y análisis de datos sobre movilidad a nivel de cada municipio son prácticamente nulas.

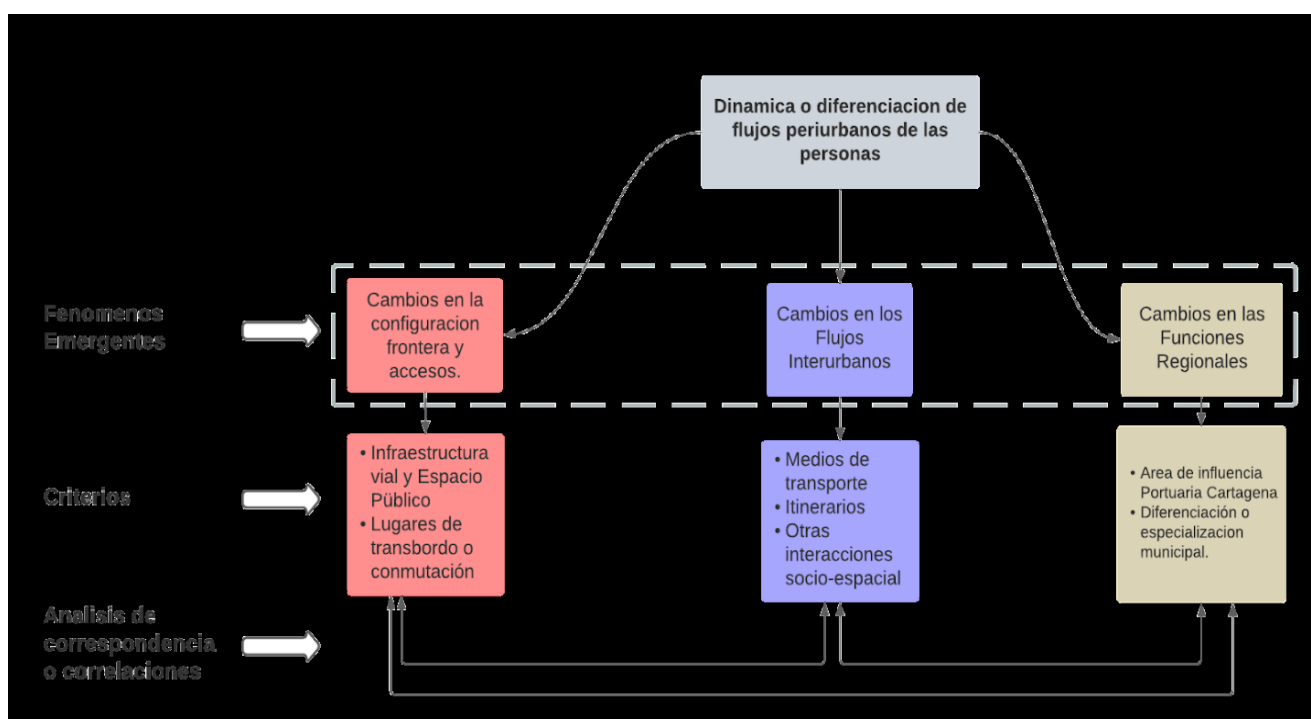
Los efectos o fenómenos para verificar serán de efecto directo o inmediato, como, por ejemplo, la variación de itinerarios, o de volumen de pasajeros, o tiempos de desplazamiento, actividades de transbordo o conmutación entre medios de transporte, tanto motorizado como no motorizado, y aspectos de riesgo de accidentalidad, tarifas y costos de transporte. Mientras que los efectos socio espaciales indirectos o de mediano y largo plazo se manifiestan en procesos socio-espaciales de integración o cohesión o por el contrario aquellos efectos de segregación, gentrificación o marginalización.

Revisaremos con sentido crítico, por tanto, las contribuciones desde la ingeniería de transporte y tránsito (geometría de infraestructura y vías, caracterización de flujos de tránsito y rutas, matrices origen-destino), análisis orientados sobre la influencia de la operación portuaria sobre la logística urbana y el paisaje, modelación espacial para análisis configuracional (sintaxis espacial y grafos), aspectos de economía del transporte y de análisis de fenómenos emergentes (modelos basados en agentes y redes espaciales).

1.2. Línea de investigación, interrogantes e hipótesis de investigación

La línea de investigación del doctorado a la que se adscribe esta investigación es la de Ciencia Regional: Empresa y territorio. Tributando a esta línea, esta investigación explora interacciones socio-espaciales en contexto de la dinámica interurbana, y para especificar los interrogantes que se pretenden resolver, nos resulta útil la siguiente ilustración:

FIGURA 4. ESTRUCTURA CONCEPTUAL Y SU LÓGICA DE RELACIONAMIENTO



Fuente: Elaborado por Julio Amézquita López, 2022

Considerando la organización de conceptos o términos en la movilidad como fenómeno en estudio se priorizan los siguientes interrogantes:

- ¿Quiénes han sido los actores de la movilidad de frontera (conurbación urbana) en Cartagena de Indias para el periodo 2009-2019?, ¿Cuáles roles los caracterizan y cuales problemáticas perciben dichos actores?
- ¿Qué aspectos y asuntos sensibles sobre movilidad se revelan en los accesos a Cartagena de Indias en el periodo 2009-2019?
- ¿Cómo evolucionó la movilidad interurbana de las personas en la frontera interurbana en el periodo estudiado?, ¿Existe evidencia de comportamiento emergente o disruptivo en la movilidad de frontera en los accesos?
- ¿Cómo se reflejan en los itinerarios de las personas los cambios en la configuración de la infraestructura vial próxima a los accesos en los flujos de desplazamiento?
- ¿Cuáles efectos se evidencian en las condiciones de movilidad interurbana en relación a la especialización portuaria de Cartagena de Indias y sus relaciones funcionales con los municipios vecinos?
- ¿Qué tipo de correspondencia es posible encontrar entre la movilidad de las personas y la configuración de los accesos de frontera interurbana?
- ¿Puede inferirse de los resultados de este estudio sobre algunas lecciones para la prospectiva de las dinámicas metropolitanas en ciudades intermedias con enclaves portuarios?

La hipótesis de trabajo trata de comprobar la correspondencia entre los cambios en la configuración espacial de la infraestructura de conectividad terrestre para

transporte de carga y pasajeros, y sus efectos o fenómenos emergentes en la movilidad de las personas en la frontera entre municipios.

Aún en ausencia de monitoreo³ de datos históricos sobre desplazamientos urbanos internos en cada municipio y con escasa información sobre el avance de la gestión de suelos, esta investigación se propone comprobar el grado de correlación que guardan los cambios en la movilidad interurbana de los residentes de Cartagena de Indias y sus municipios vecinos frente a las intervenciones en la frontera o borde que modifican el uso de la infraestructura pública vial y su espacio público conexo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

- Analizar los determinantes y atributos emergentes de la movilidad espacial a través de la frontera y perímetro urbano de la ciudad de Cartagena de Indias en correspondencia con los cambios en los accesos por redes de carreteras, y sus efectos a escalas de interacción metropolitana.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los actores de la movilidad y recopilar las narrativas, estadísticas y cartográficas que hilvanan los actores o grupos de interés, para

³ En Cartagena de Indias, según comprobación in situ de visita guiada en octubre de 2019 a la unidad de monitoreo de semaforización de apoyo al DATT, contaba con equipos informáticos conectados a más de 60 cámaras en intersecciones de la ciudad, pero la capacidad de almacenamiento de la información en video generada era tan solo para dos días de operación, y sin procesamiento posterior, análisis de imagen, y herramientas de análisis cuantitativo que pudiesen aprovechar los datos capturados.

describir y representar la trayectoria histórica de la movilidad para el periodo de estudio.

- Revisar y caracterizar mediante representaciones de redes la evolución o diferenciación sobre la infraestructura de conectividad vial debido a las intervenciones y proyectos, los factores de transporte y en los flujos de movilidad.
- Identificar las formas y escalas de interacción socio-políticas y productivas relacionados con la movilidad espacial.
- Realizar un análisis de configuración espacial para establecer relaciones y características de circuitos e itinerarios en relación con cambios en variables y atributos de carácter topológico.
- Caracterizar la evolución de flujos interurbanos de personas y de carga con diferentes métodos de muestreo para transporte.
- Diseñar, desarrollar y validar un modelo interpretativo que permita analizar y evaluar las dinámicas de movilidad espacial con capacidad predictiva frente a situaciones emergentes.
- Analizar e interpretar los hallazgos empíricos sobre la diferenciación de los fenómenos de movilidad de las personas.

Para desarrollar los objetivos propuestos, el reto es establecer una heurística consecuente con métodos e instrumentos de análisis por armonizar desde la ingeniería de transporte y tránsito (geometría de infraestructura y vías, caracterización de flujos de tránsito y rutas, matrices origen-destino), la geoestadística (cálculos de correlación de volúmenes de tránsito versus otros atributos como intervenciones de infraestructura o regulaciones), análisis socio - históricos desde la geografía humana orientada a la operación portuaria y al turismo

y el paisaje, modelado espacial para el análisis configuracional (sintaxis espacial y grafos) y para análisis de fenómenos emergentes (modelos basados en agentes, y redes espaciales).

2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

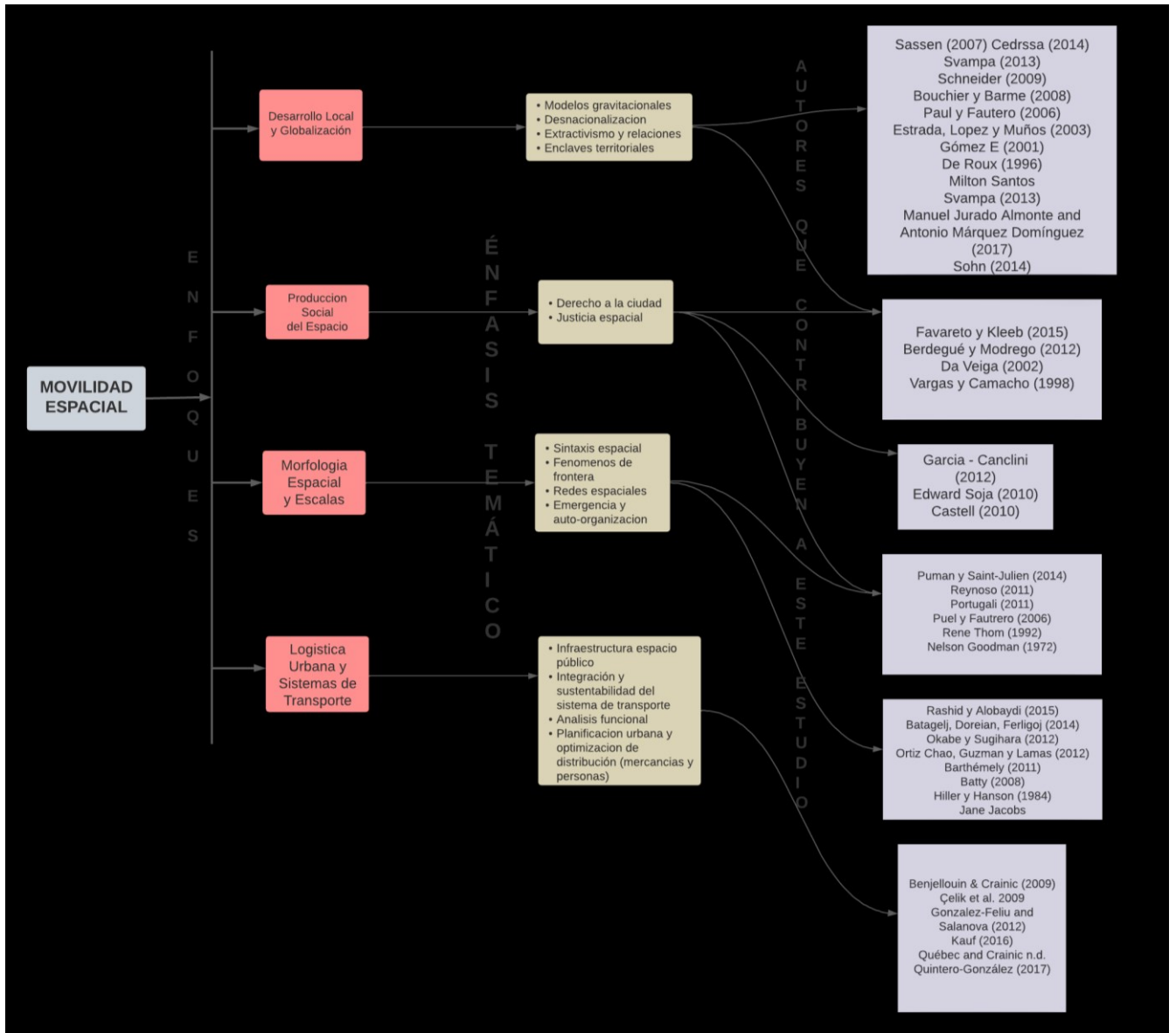
2.1. Esquema de marco teórico

Este capítulo ilustra las teorías que están en discusión como soporte de esta investigación. La movilidad espacial es uno de los asuntos más visibles, sensibles y determinantes en la dinámica o diferenciación urbana contemporánea (Ammara et al. 2022; Batty 2013; Jurado 2011; Módenes 2006; Parnell and Oldfield 2014; Pumain, Saint-Julien, and Sanders n.d.; Pumain and Torre 2020; Reynoso 2010), y en su condición de fenómeno de carácter territorial tiene características complejas que pueden abordarse desde diversas teorías o enfoques conceptuales. Para emprender el estudio del objeto de investigación propuesto diferenciamos cuatro grandes enfoques o marcos teóricos que soportarán la resolución de los objetivos propuestos:

- El enfoque de desarrollo local y globalización,
- La producción social del espacio,
- El análisis de la configuración (morfología) desde la sintaxis espacial,
- La logística urbana y la gestión de transporte.

La siguiente figura ilustra las temáticas vinculadas según cada cuerpo teórico y los principales autores referenciados.

FIGURA 5. CONTRIBUCIONES AL ESTADO DEL ARTE Y DE LA TÉCNICA



Fuente: Elaborado por Julio Amézquita López, 2022

De este cuerpo sustancial de literatura que ha venido en aumento existen contribuciones y lenguajes que abordan la movilidad espacial con heurísticas diversas.

2.1.1. Enfoque sobre desarrollo local y globalización

El enfoque del desarrollo local y globalización comprende una heurística que se aproxima desde un análisis crítico a los fenómenos de globalización, y por tanto es un enfoque eminentemente geopolítico, relacionado con desnacionalización, extractivismo y materias primas (*commodities*) en contraposición al desarrollo local y endógeno. Autores como Saskia Sassen (Sassen 2019), Doreen Massey (Massey 1995, 2007), Maristella Svampa (Svampa 2013), Milton Santos (Santos. Milton 1993), entre otros, ponen de relieve los instrumentos de poder provenientes de los flujos de capital, vinculados al comercio global, con conexión en nodos o ciudades globales, que inciden en la estructura sociopolítico-espacial de carácter local, en particular sobre la dinámica urbana y los factores de la movilidad.

Este cuerpo teórico analiza los procesos endógenos y de autonomía territorial frente a los intereses y los flujos de capitales de multinacionales que pueden deslocalizar o desnacionalizar (Santos. Milton 1993; Sassen 2019; Svampa 2013) recursos naturales y lugares para el turismo y el comercio. Por tanto, será considerado este enfoque en cuanto contribuya en el marco teórico a la comprensión de la incidencia de los flujos globales y de la política pública nacional o local sobre la movilidad de las personas por la frontera de una ciudad puerto y de su zona de influencia portuaria o *hinterland*.

En ese mismo sentido, las contribuciones sobre desarrollo local desde la Universidad de Huelva, en especial desde el Instituto de Desarrollo Local - IDL, establecen una categoría diferenciación entre los *enclaves* y los *anclajes* de carácter

productivo económico, especial en los espacios fronterizos entre Andalucía y el Algarve portugués (Márquez and Llamas 2019). Estas aportaciones hacen distinción sobre el vínculo o arraigo del capital con el lugar respecto a las plataformas portuarias y productivas que permiten conectar al mundo para efectos del comercio de mercancías con el exterior e influyen notablemente en la configuración de las ciudades puerto (Márquez and Llamas 2019). Otras contribuciones complementan sobre el ordenamiento territorial en zonas de frontera y su efecto en la movilidad para el turismo y para la accesibilidad de los residentes en ambos lados de la frontera (Jose Manuel Jurado 2011; Vulevic et al. 2021).

Desde Brasil resulta pertinente a este enfoque los hallazgos y reflexiones propuestos por Arilson Favareto (Favareto et al. 2015) relacionadas al desarrollo de zonas en territorios rurales y su abordaje investigativo mediante un marco conceptual explicativo bajo tres conceptos clave (configuraciones territoriales, percolación y trayectorias). Esta contribución se nutre, a su vez, entre otros, de las aportaciones de Berdegú, Bebbington and Escobal (Berdegú, Bebbington, and Escobal 2015) sobre la agencia humana y el cambio institucional, y de Veiga (Da Veiga 2016) sobre interacciones entre estructuras sociales, instituciones y agenciamiento, combinadas en cinco dominios (estructura agraria y gobernanza de los recursos naturales, las interacciones de territorios con mercados, las estructuras económicas de los territorios, las relaciones con las ciudades y la inversión pública). Los términos dinámica y desarrollo resultan equivalentes para este trabajo entendidos como cambio, evolución o diferenciación (Favareto et al. 2015), y considerando el problema del límite o frontera del ámbito rural o del ámbito de la ciudad se enfrenta a una insuficiencia en cuanto al tratamiento de los flujos o relaciones urbano – rurales, es decir con la frontera de intercambio entre un sistema y otro.

Aún con la profusión de la literatura sobre el cambio urbano y sobre el desarrollo rural, encontramos que existen ópticas y múltiples escalas basadas exclusivamente

en los lazos fuertes. Es usualmente bajo esta lógica donde se revela la incidencia de las relaciones globales del comercio y la economía con primacía urbana, atención se centra en el fenómeno del extractivismo.

2.1.2. Producción social del espacio

Este amplio campo de trabajo tiene antecedentes que provienen de convergencia de la geografía y la sociología (Bell, Lloyd, and Vatovec 2010; Bonerandi 2002; Marsden 2009; Santos n.d.). Un referente clave para los estudios de movilidad se encuentra en la vertiente del *Derecho a la ciudad* promovida por Henri Lefebvre (Harvey 2013). Este enfoque explora la cohesión y fragmentación urbana desde la óptica del derecho en términos de la producción de bienes comunes urbanos, las crisis de renta capitalista, las capacidades de acceso y reinversión de los lugares con significado para las interacciones humanas (Baumgartner 2021; Harvey 2013; Hurtado and Mornan 2021). Resulta en este enfoque de especial interés los fenómenos y mecanismos vinculados al urbanismo que provocan segregación, gentrificación, migraciones forzadas, la privatización del espacio público y otros efectos. Efectos que provocan a su vez adaptaciones y reivindicaciones de carácter político-espacial por parte de los ciudadanos o personas afectadas. Las manifestaciones y bloqueos sobre las vías y espacio públicos como mecanismo de reconocimiento y redistribución de derechos políticos son el objeto de estudio, y están en crecimiento en sistemas políticos en crisis.

Una variación de este enfoque de Derecho a la ciudad se enfoca en los sistemas públicos de transporte y el espacio público de las urbes, y se distingue con el término de *Justicia espacial*, estudiada y promovida por Edward Soja (Soja 2011, 2015) desde su estudio sobre la revolución en la gobernanza del sistema de transporte público de Los Ángeles (USA). Esta experiencia documenta la emergencia de las

coaliciones de ciudadanos y movilizaciones ante estructuras de gobernanza del transporte donde el rol de usuario.

En los ambientes urbanos las expresiones sociales y culturales más significativas entre personas o grupos de personas suceden en concentraciones o aglomeraciones en el espacio público (la calle y equipamientos de transporte público, plazas y parques, las zonas de protección y reserva ambiental, zonas costeras y playas, equipamientos públicos de recreación y deporte, etc.), manifestándose las tensiones urbanas (Integradoras, conflictivas o mixtas) en diversas prácticas, rituales, actuaciones, itinerarios, o eventos.

Ejemplos de estas manifestaciones o prácticas son las concentraciones y/o asambleas de ciudadanos, revoluciones e insurrecciones, encuentros culturales y carnavales, peregrinaciones y sacralización de lugares, manifestaciones políticas y de control social, actividades transitorias o móviles de carácter productivo o comercial, itinerarios turísticos y comerciales, marchas populares, control de paso y fronteras “invisibles” de peligro y violencia, indigencia, etc.

En esta investigación los aspectos en estudio sobre la movilidad de frontera (Jurado and Marquez 2017; Sohn 2014a; Sohn and Lara-Valencia 2013; Vulevic et al. 2021) se nutren de la idea que los espacios de acceso y conmutación en el transporte en zonas o lugares de frontera, se han reivindicado como lugares con significado en nuevas aproximaciones teóricas (Cerdeña 2007; López et al. 2019; López Lara 1988; Rodríguez Mariaca, García Calán and Jaramillo Molina 2018), en contraposición a la categoría de “*no lugar*”.

2.1.3. Análisis de la configuración o morfología espacial

Este enfoque se basa en el estudio de la dinámica urbana considerando la escala de resolución del problema espacial y los aspectos topológicos de las redes de vías para explorar su estructura o configuración en relación con el movimiento “natural” a través de dichas redes (Barthélemy 2011; Barthelemy et al. 2013; Çolak et al. 2013; Jayasinghe, Sano and Nishiuchi 2015; Ortiz Chao, Guzmán Sol, and Lamas 2005). Esta aproximación tiene un efecto cognitivo doble: tiene un sentido de proceso realizado o ejecutado dentro de una métrica de espacio euclidiano o matemático, pero, simultáneamente, tiene el sentido de procesos potencial, es decir de estimar las opciones de los agentes o personas que se mueven.

En cuanto se refiere a la dinámica, diferenciación o evolución urbana, Batty (Batty 2013) propone una nueva *ciencia de las ciudades* considerando cinco tipos o categorías de factores desencadenantes (denominados en inglés *drivers*) para comprender cómo el cambio o diferenciación toma lugar: 1) aleatoriedad, 2) accidente histórico, 3) determinismo físico, 4) ventaja natural, 5) ventaja comparativa. Estos *drivers* pueden, según Batty, expresarse en una relación matemática para explicar la aglomeración de personas, es decir el crecimiento poblacional, de los centros urbanos. En esta relación resulta clave considerar el efecto recursivo, o de retroalimentación positiva, que explica la acumulación o crecimiento poblacional (logístico o exponencial, según parámetro de crecimiento) en núcleos urbanos. También considera este autor en la fórmula de crecimiento poblacional la sensibilidad a las condiciones iniciales del sistema urbano en estudio, para poder discriminar el estado transitorio de un sistema de un estado estable o de equilibrio.

Esta comprensión sobre el estado del sistema urbano en su condición de estable o transitorio según las evidencias de autoorganización, nos permitirá bajo las limitaciones de datos de un periodo de apenas 10 años, comprender si las

conclusiones son extrapolables o, por el contrario, son válidas sólo en el periodo de estudio. Un segundo marco de comprensión será la aproximación a la dinámica territorial y su complejidad sistémica, a partir de redes sociales y espaciales mediante aplicación de autómatas celulares y modelos basados en agente que nos propone considerar Carlos Reynoso (2011), quién ilustra sobre el extenso desarrollo teórico e instrumental, con avances recientes en cuanto al entendimiento de la sintaxis espacial, y de modelado computacional que permiten entender como el cambio toma lugar en sistemas territoriales complejos. Los conceptos guía que inducen esta exploración serán la conectividad, la accesibilidad y la emergencia (Puffert 2002) en relaciones simultáneas (sociales, económicos, espaciales y políticas).

Estas relaciones pueden ser de naturaleza tendencial, es decir, tener un grado de sensibilidad o correlación estadística o, por el contrario, evidenciar una naturaleza compleja. En otras palabras, ser fenómenos emergentes o disruptivos cuya evidencia principalmente es la autoorganización. Valorar la evidencia de autoorganización supone inferir, a partir de los cambios manifestados en flujos, rutinas e itinerarios en las vías, espacio público contiguo o próximo a estas, diversos efectos sobre la libre circulación o accesibilidad, como son las congestiones, embotellamientos, cambios de lugar o rutinas en transbordos y transferencias de pasajeros, cambios de uso de suelo, intensidad de accidentes o conflictos y manifestaciones sociales en espacio público.

Nuevas aplicaciones de la teoría de redes (Batagelj, Doreian, Ferligoj y Kejzar, 2014, Okabe y Sugihara, 2012) dan cuenta sobre nuevas interpretaciones de las formas urbanas y sus procesos emergentes (Ortiz Chao, Guzmán y Lamas, 2012). Resulta provocador expresar la experiencia humana basada de desplazarse sobre la topología de lugares y vías, en forma de conexiones como transectos o vectores, considerando los atributos y relaciones expresados desde la estructura social y espacial.

2.1.4. Logística urbana y metropolitana

Este enfoque heurístico se orienta a problemas de tráfico y transporte. Si se relaciona con optimización para distribución urbana o regional de personas y mercancías o ruteo en servicios de transporte atañe a una disciplina denominada logística.

Mientras la logística se preocupa por la estrategia y gestión para la optimización de flujos, la ingeniería de transporte y tránsito se ocupa de *"la planificación, diseño geométrico, y las operaciones de tráfico en calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras colindantes y relaciones con otros modos de transporte"*⁴, considerando varios componentes, principalmente, los modos de transporte, los equipamientos, los medios, la tecnología, el tipo de uso (carga, pasajeros o usos mixtos). Estos componentes se abordan desde dos tipos de elementos de estudio. Primeramente, están los elementos "fijos" en el espacio, es decir, la infraestructura ligada a los lugares destinados a la transferencia entre modos de transporte (acuático, terrestre y aéreo); esto es, muelles, aeropuertos, terminales, paraderos, apeaderos, parqueos y otros equipamientos o espacios funcionales construidos o adaptados artificialmente. También, considera los elementos "fijos" que interconectan dichos lugares (vías o caminos, canales, y rutas o corredores demarcados o regulados (aéreos, acuáticos y terrestres). El otro tipo de elemento son los flujos, es decir, la sumatoria o volúmenes de desplazamientos o interacciones que se tienen lugar, sobre y a través, del componente fijo espacial y los fenómenos emergentes o espontáneos que se producen en estos flujos (congestión, accidentalidad, paraderos "informales", etc.)

⁴ Institute of Transportation Engineers, <https://www.ite.org/>

Más recientemente, las preocupaciones desde los estudios transdisciplinarios de ingeniería sobre procesos productivos de ciclo cerrado (cero desperdicios) y control de emisiones, se sumaron otras disciplinas con preocupaciones ambientales similares, para converger en un ensamblaje teórico práctico sobre sustentabilidad urbana (Çelik et al. 2009; Gonzalez-Feliu & Salanova, 2012; Kauf, 2016; Québec & Crainic n.d.; Quintero-González, 2017).

2.1.5. La movilidad cotidiana como un asunto contemporáneo sensible

Pocos asuntos actualmente como la movilidad cotidiana tienen tanta exposición simultánea en publicaciones científica y técnicas, como en medios de comunicación masivos, que se suman a la relevancia y pertinencia que adquiere este asunto dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (PNUD 2010).

Anteriormente mencionamos la promoción de términos que intentan posicionar y popularizar visiones y protocolos con fines prácticos de gestión urbana y territorial: *Logística urbana* (Feuerbacher & Stoewer, 2006; Lagorio, Pinto & Golini, 2016), *Ciudades sustentables* (Gonzalez-Feliu and Salanova 2012), *ciudades de los 15 minutos*, *ciudades saludables*, *urbanismo táctico*, etc., así como aquellos que interpretan procesos de reconocimiento y redistribución de poder en los ciudadanos frente al gobierno y otros agentes y las luchas por el espacio público y la libertad de tránsito (*ciudades rebeldes*, *derecho la ciudad*, *justicia espacial*, etc.).

Independientemente del lenguaje o protocolo promovido, se reconoce que los efectos territoriales de una intervención urbana no se pueden anticipar aun cuando se diseñen e implementen bajo parámetros de efectividad y transparencia de la acción pública. Es por ello, que la protesta social tiene como escenario principal en lo urbano, las vías y el espacio público. En Latinoamérica la respuesta estatal suele ser represiva: ¿Una coalición de ciudadanos ejerce su derecho a la protesta y se

toma transitoriamente la calle o la vía, y bloquea el cobro o del control de paso o peajes es un caso de desobediencia civil?, ¿Es un caso de reclamo legítimo de justicia espacial?

Las opciones de movilidad urbana y metropolitana son el resultado de una acción pública que responde a: ¿Cuál es el problema público de la movilidad?, ¿Cómo medir la efectividad de las intervenciones para la movilidad?, ¿A quién sirve la política?, ¿Cuáles son los grupos de interés en la movilidad de frontera?, ¿Cómo se relacionan diferentes autoridades de regulación de tránsito en la frontera periurbana de Cartagena de Indias?

2.2. Sobre el rol de la movilidad en la dinámica urbana

Los avances orientados a la comprensión de dinámicas urbanas y sistemas territoriales (ciudades, asentamientos o conjuntos de asentamientos) han progresado en el tratamiento de la complejidad, desde las ideas de Jane Jacobs (Harvey 2013) sobre autoorganización espontánea del urbanismo en 1961 y el análisis de la configuración de lugares para las relaciones sociedad- espacio (Hillier & Hanson, 2005). A estos avances le ha seguido luego al análisis espacial de interacciones en geografía que deriva con apoyo de las ciencias computacionales a la *sintaxis espacial* (SE) como contribución importante a la comprensión de atributos topológicos de los territorios-red, y, más recientemente, a nuevos dispositivos de conocimiento, como es el caso de las redes espaciales (Barthélemy, 2011).

Entonces, si la movilidad urbana refleja la dinámica o diferenciación territorial como fenómeno complejo puede también expresar una falta de coherencia territorial para el espacio fronterizo: “Con la *deconstrucción* no se trata de encontrar reglas nuevas protocolarias, ni procesos lineales ni estructurales, sino que se pretende captar y descubrir las dinámicas territoriales como un hecho complejo donde diferentes

dialécticas han llegado a conformar un espacio muy singular” (Jurado and Marquez 2017; Márquez 2018). Atendiendo esta consideración, se entiende que se encuentren tantas aristas para explorar respecto a la adaptación urbana en clave de movilidad como, por ejemplo:

- La evaluación y planificación de políticas y sistemas públicos de movilidad y transporte en relación con la accesibilidad y el uso de suelo para diseño de asentamientos y vivienda (Goodship 2015; Kashef 2016),
- La caracterización de la movilidad cotidiana o habitual en la frontera entre municipios, regiones o naciones, debido a la expansión urbana y la migración interurbana (Bayona-i-Carrasco and Ajenjo 2018; Bonerandi 2002),
- La caracterización de fenómenos de integración o segregación socio-espacial en relación con la infraestructura pública y/o con la conformación de enclaves o conglomerados de turismo, industria o de logística intermodal (Amézquita-López 2018; Caso and Vallarta 2021; Jurado 2014; Muñoz Arroyave 2018; Pulido, Giles and Jurado 2021),
- El desempeño y sostenibilidad energética y ambiental de los sistemas de transporte masivos y autónomos (Campisi et al. 2021; Feuerbacher and Stoewer 2006; Jaller et al. 2016; Xie and Levinson 2007),
- La optimización de la logística urbana para carga o pasajeros, y sus efectos económicos y sociales en la población (Anand et al. 2015; Ezzati et al. 2021; Feuerbacher and Stoewer 2006; Gonzalez-Feliu and Salanova 2012; Jaller et al. 2016; Jin, Lu, and Sun 2022),
- La emergencia urbana en términos de eventos sobre la vía congestiones y atascos, así como en accidentalidad y/o en eventos o sucesos al lado de la vía o arteria de comunicación (Amézquita-López, Valdés-Atencio, and Angulo-García 2021; Biazzo, Nezhadhighi, and Ramezanpour 2021; Toro López and Van Den Broeck 2021; Tsuboi 2021).

3. METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Esquemas de diseño de investigación y enfoque metodológico

Considerando los cuatro enfoques o campos teóricos mencionados anteriormente, así como los objetivos trazados, este capítulo debe resolver como primer paso el diseño de investigación, y consiste en definir efectivamente, conforme al alcance y las escalas del problema, la ruta metodológica el método o la heurística apropiada también según los recursos disponibles.

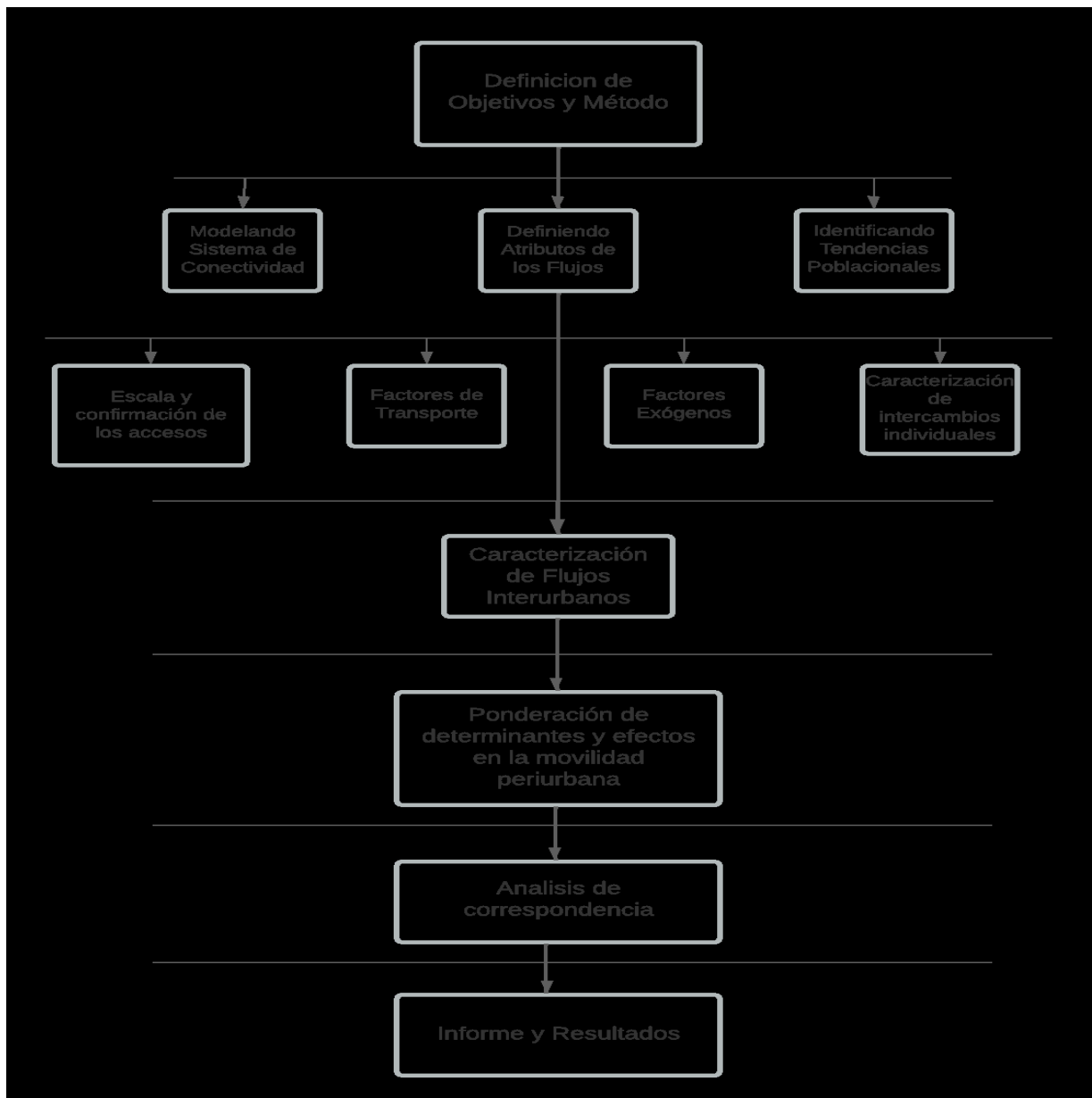
En la secuencia descrita en la figura 6, una primera tarea es afrontar la representación de un modelo del sistema de conectividad, lo cual implica desarrollar una expresión topológica de la red de conectividad terrestre de los municipios involucrados en forma de nodos y lazos o vectores que los conectan. Este modelo reticular nos permitirá poder analizar la sintaxis o topología desde el punto de vista de centralidades y puntos de conmutación, cómo en especial, los accesos, porque típicamente (Çolak et al. 2013; Gonzalez-Urango et al. 2020b; Tsuboi 2021) deben ser zonas de trasbordo o de intercambio de medios de transporte.

Un segundo aspecto es establecer los atributos de los flujos o agregados de desplazamientos para efectos de definir la métrica con la cual podemos comparar estadísticamente si el comportamiento en volumen de itinerarios o en intensidad o tráfico por los diferentes accesos en el perímetro son comparables o no. También resultan de utilidad estos atributos o métrica de los flujos para poder comparar la evolución histórica, discriminando el tráfico de vehículos para pasajeros de aquellos destinados a la carga, y esto se hará mediante la diferenciación de los tipos de vehículos que tradicionalmente según su categoría definen conforme al tipo de

carga de aquellos que sirven al tránsito de personas (buses, microbuses, automóviles, taxis).

El tercer compromiso en esta etapa consiste en identificar las tendencias poblacionales, y describir la composición poblacional de los municipios involucrados, en especial de aquellos que son transeúntes cotidianos de la frontera intermunicipal, caracterizándolos en términos de sus itinerarios y pautas de comportamiento al desplazarse desde cada municipio, para establecer referentes de comparación al respecto.

FIGURA 6. ESQUEMA DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración de J. Amézquita López, 2022

Una vez resueltos el modelado del sistema de conectividad expresado como una red o trama topológica, definidos también los atributos de los flujos de desplazamientos o movimientos en las fronteras que pasan por los accesos, y habiendo dilucidado algún patrón de evolución de la estructura poblacional y las

motivaciones para desplazamiento por la frontera, que corresponden al periodo de estudio, procedemos a revisar entonces, en una segunda fase, la escala y configuración de los accesos.

Como primera instancia, esto implica evaluar si ha habido en 10 de años algún cambio perceptible en la frontera, y esto se puede evidenciar en forma directa revisando la diferenciación en la topología o geometría de la red vial o en áreas conexas a esas vías, pero también resulta de mayor interés un aproximación inductiva, es decir, comprobar si hay una permutación en el régimen de los flujos de la frontera, y partir de ellos cotejar su sincronización con factores (socio-espaciales o de políticas de regulación, por ejemplo) que pudieron detonar estos cambios de régimen. Esta aproximación inductiva nos servirá para poder abarcar factores de cambio que pueden expresarse en la frontera como instalaciones de zonas de transbordo o paraderos de buses, o intervenciones urbanísticas próximas, pero también resulta interesante comparar estos momentos de transición o cambios de régimen con actuaciones e inversiones que no se localizan en la frontera, como por ejemplo la construcción de un viaducto, la entrada en operación de un nuevo sistema de transporte, o la variación en las regulaciones de tránsito.

Otro aspecto que revisaremos en esta etapa serán los factores de transporte, lo cual nos interroga sobre: ¿A través de qué medios de transporte se mueve la gente por las fronteras terrestres?, ¿Qué factores condicionan el circuito o itinerario de recorrido?, ¿Qué características del acceso condicionan sus opciones de trasbordo o de medios y usos del transporte en esas zonas?

Un tercer aspecto consiste en revisar los factores exógenos, en este caso, el componente de influencia de la actividad portuaria en especial el comercio exterior y el flujo de carga terrestre, operación terrestre que depende de los puertos. Esta influencia tiene sus fuentes en el carácter de las decisiones políticas que han

definido las prioridades de conexión de la red principal nacional y eventualmente algunos otros aspectos que se generan fuera del territorio de estudio.

Las características de los intercambios individuales entre personas conforma un cuarto componente a estudiar, es decir, conforme al rol o perfil del transeúnte: ¿Con qué propósito o motivo se mueve cotidianamente?, ¿Cuáles son sus pautas de comportamiento en cuanto a itinerario y lugares de trasbordo o conmutación?, ¿Cuáles son sus opciones y disponibilidad de medios de transporte?, ¿Cuáles son los tiempos de desplazamiento y costos que asumen los transeúntes al transportarse por el área periurbana?.

Los cuatro elementos anteriores permitirán hacer una caracterización ya de los flujos interurbanos a nivel general, pudiendo comparar los cuatro elementos mencionados anteriormente. La configuración de los accesos, los factores de transporte, los temas exógenos, factores de carácter global y la caracterización es individual. Dicha caracterización de flujos debe aproximarnos a una comparación de las circunstancias según el destino -origen del transeúnte de las facilidades, o restricciones que encuentran en los accesos. Y nos inducirán a los elementos disruptivos que se revelan en momentos donde hubo cambios de comportamiento en ese régimen de los durante los 10 años, de 2009 a 2019.

Habiendo analizado estos efectos y los probables factores disruptivos que los generaron, se van a ponderar estadísticamente la correlación entre estos probables determinantes y la serie de tiempo de los flujos de vehículos por los diferentes accesos de la frontera urbana de Cartagena de Indias, para poder encontrar una correspondencia y un posible vínculo de causa-efecto en condiciones de no linealidad, según se pueda inferir de los datos de evolución de la intensidad de flujos de en los peajes.

Seguidamente, contrastaremos estos resultados con un modelado basado en agentes sobre la red o trama vial de Cartagena de Indias en condiciones de estado estable para contrastar con el análisis de correspondencia que se realiza con series de tiempo donde la estructura de conectividad muta o evoluciona.

Finalmente, a partir de los hallazgos del análisis de correspondencia y la ponderación de determinantes verificaremos si la hipótesis planteada es válida, y si tenemos respuesta plausibles y basadas en evidencia a las preguntas que se formularon al inicio de este capítulo.

3.2. Técnicas de investigación, instrumentos y fuentes de datos utilizadas

Las técnicas de investigación e instrumentos utilizados en esta investigación están de acuerdo con el enfoque comprensivo e inductivo. En el mismo se mezcla la información cualitativa y cuantitativa según corresponda a la etapa del diseño de investigación descrito en el subcapítulo anterior:

- Las series de tiempo de los movimientos de peaje 2009-2019, como base para dimensionar los flujos de frontera, fueron sometidas a análisis de tendencias y cálculos que permiten comparar su incidencia en la frontera. La fuente de datos es
- Las herramientas de análisis de sintaxis espacial, es decir, cálculos de centralidad y puntos de computación, resultan útiles para entender la jerarquía funcional y el tipo de nodo o intersección perimetral, y su vinculación próximos al acceso o perímetro.
- Se adaptó una encuesta de movilidad, a partir de referentes similares utilizados por diferentes autoridades de tránsito y transporte, para obtener una muestra representativa de los comportamientos,

caracterizaciones y pautas alrededor de la movilidad en la frontera de personas que residen en los municipios involucrados.

- La técnica del muestreo de tránsito en los lugares de trasbordo o paraderos en los accesos se realizó en horas pico o de mayo afluencia en los cuatro puntos de acceso principales seleccionados previamente con base en la cartografía. La frecuencia de desplazamientos captados por tipo de vehículo fue registrada durante dos semanas por la mañana y por la tarde en flujos de entrada y salida. Las variables para registrar fueron el medio de transporte o tipo de vehículo, el tiempo y sentido del desplazamiento (entrando o saliendo de Cartagena de Indias), con la anotación de distinguir particularmente las motos del resto de vehículos, debido a que estos registros no hacen parte del monitoreo en los
- El análisis de series de tiempo del histórico de los flujos por los peajes de Cartagena de Indias, cuya ubicación en la frontera municipal no coincide exactamente con los paraderos o lugares de trasbordo, permite cuantificar la contribución de acuerdo con el circuito o itinerario. Se puede discriminar el tipo de vehículo en aquellos de transporte de pasajeros (taxis, Automóviles, buses), respecto a los de carga de distribución física que se consideran camiones más ligeros. Mientras que hay otra categoría de vehículos. de los camiones de tres y más ejes son efectivamente de logística portuaria, es decir, son portacontenedores, o graneleros. Estos datos, cuya fuente es la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), pueden compararse de dos formas. Una es desde el punto de vista de evolución histórica para entender un poco como han venido variando y sus tendencias, considerando los hitos o momentos claves (inicio o final de obra) de intervenciones de infraestructura relevantes. Pero, otra forma es un análisis simultáneo, es decir, en un momento determinado,

simultáneamente cómo se comportan en términos de intensidad o de afluencia de vehículos por uno y otro acceso a la ciudad. Esta comparación sincrónica por diferentes accesos permite entender cómo se afecta la congestión por una vía en caso de que la otra esté intervenida.

- Otra línea de tiempo a considerar son las intervenciones en la vía, o cambios en la infraestructura u otro suceso o evento que haya impactado la infraestructura vial.
- El otro instrumento que se utilizará será un paquete estadístico para analizar las correlaciones de carácter numérico. Entre los tipos de datos anteriormente mencionados.

3.2.1. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para recolección, tratamiento o análisis de datos y organización de información, en resumen, son.

- Un comparativo histórico de fotos por satélite obtenidas por Google Mapas y Google Earth.
- El diseño y aplicación de una encuesta de caracterización de itinerarios y pautas de comportamiento en el mundo la movilidad interurbana.
- Los datos diarios por cada peaje recolectados por la ANI fueron organizados en Excel para cálculos y gráficos.

- El análisis topológico para análisis de sintaxis espacial de centralidad y conmutación, cuya red vial de Cartagena de Indias fue obtenido en formato Open Street MAP -OSM⁵
- El modelado basado en agentes (MBA) que permite identificar a elementos de auto organización basados en la congestión.
- El análisis de correlación estadística se realiza mediante R, entorno y lenguaje de programación, para calcular correspondencias significativas entre factores determinantes y sus efectos en series de tiempo.

3.2.2. Tratamiento de datos y determinación de la muestra

Los datos estadísticos más relevantes son los de flujos de peaje, los cuales fueron obtenidos del reporte histórico del Ministerio de Transporte (ANI). Son registros diarios para los 5 peajes de interés (hay 6 más que no son de frontera) para el periodo 2001 a 2019, discriminados por categorías de vehículos. Estos registros excluyen a las motos, y tampoco reporta el sentido y dirección en el que pasa el vehículo. Anteriormente habíamos mencionado la ausencia de monitoreo para obtención de datos en los flujos de tránsito interno de Cartagena de Indias, así como en los municipios vecinos. Para comprobar cambios estructurales en las series de tiempo recopiladas usaremos el test de Chow⁶, el cual prueba si los coeficientes en dos regresiones lineales en dos series o conjuntos de datos son iguales.

⁵ Open Street Map es una plataforma colaborativa en web cuya salida conforma objetos cartográficos, <https://www.openstreetmap.org/#map=5/4.632/-74.299>

⁶ El test de Chow fue inventado por el economista Gregory Chow Masgow.

El tratamiento de los datos de la encuesta web de caracterización de la movilidad permite recoger datos sobre tipologías de los transeúntes y sus condiciones de transitividad, recogándose finalmente 206 encuestas durante 2021. El cálculo de representatividad de la muestra frente a la población será estimado conforme con respecto al tamaño de la población que en un momento determinado puebla de sus municipios.

Otra muestra importante que se realizó fue con respecto a las tasas de llegada y salida en los accesos seleccionados para poder entender los horarios pico o de mayor afluencia en la mañana y en la tarde. Este muestreo se hizo durante los horarios pico en dos semanas.

El cálculo de modelado en la gente se basa en iteraciones o repeticiones automáticas. Se realizó a través de un algoritmo que generó datos aleatorios sobre el número de agentes que empiezan su recorrido en cualquiera de los nodos de la red vial representada como grafo, en más de 1.200 escenarios mediante una herramienta de alto computo. Este tipo de iteración o cálculo permite, aún en ausencia de datos internos de monitoreo y gestión de flujos anticipar los procesos de congestión, de acuerdo con la misma geometría de la red de conectividad interna de Cartagena de Indias, comprobando la autoorganización, no es una ciudad planificada y nos permite entender la congestión.

3.3. Plan de trabajo por etapas

Se ilustra a continuación las diferentes fases del proyecto y las actividades de consecución y análisis de datos a través de la aplicación de estos para poder definir análisis.

Primer año:

- Elaboración del marco teórico e identificación de fuentes, con revisión crítica sobre el tratamiento de datos de movilidad, así como valoración de estado de la técnica sobre aplicativos y algoritmos de modelado de fenómenos de movilidad.

Segundo año:

- Recopilación y organización de información estadística y socio-histórica que dé cuenta sobre flujos movilidad y transporte de los municipios de estudio, así como sobre intervenciones en la estructura topológica y geográfica, y proyectos de vías fluviales y terrestres.

Tercer año:

- Realización de prueba de trabajo de campo, por observación directa y entrevistas dirigidas con actores seleccionados verificar aspectos e hitos claves de la trayectoria histórica del territorio, así como una primera clasificación y jerarquización de los grupos de interés o grupos sociales, y sobre los mecanismos e instrumentos de gestión pública vinculados con la movilidad.
- Contrastación de las exigencias sobre los parámetros y datos requeridos para el análisis y modelado de redes y de flujos, frente a, los resultados y restricciones del trabajo de campo y de los datos recopilados.
- Procesamiento y análisis espacial de información cartográfica para establecer la transformación de la estructura y sus efectos según mediciones de integración y accesibilidad, comparando con la secuencia histórica.
- Procesamiento y análisis de datos preliminares para modelación de flujos.
- Preparación y síntesis de una narrativa sobre la trayectoria territorial, a partir del análisis de los hallazgos de secuencia cartografía de intervenciones y evolución estadística de flujos.
- Diseño de parámetros para prueba y aplicación de modelado convergente de redes espaciales y flujos. Una vez se evalúe su valor de predicción, se procede a hacer los ajustes requeridos en el modelado para proseguir con la toma de datos extensa.

Cuarto año:

- Análisis e interpretación de hallazgos a partir de los resultados combinados del modelado sobre la dinámica integral de la movilidad espacial para diferentes hitos o momentos históricos. Las inferencias sobre correlaciones o correspondencia de la movilidad interurbana respecto a las formas y escalas de intervención en las redes viales, soportado en reportes del modelado, planimetrías e infografía se retroalimenta a un panel de actores y expertos seleccionado previamente.
- Sistematización y compilación del proceso investigativo y sus resultados. Redacción final de la tesis.

4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA DINÁMICA EN LOS ACCESOS

4.1. Aspectos generales sobre la conectividad vial a escala regional

La apuesta del Gobierno Nacional desde 2007 (La Agencia Nacional de Infraestructura – ANI- empezó a funcionar en 2011 y reemplazó al Instituto Nacional de Concesiones – INCO-) fue la promulgación de programas de intervención de infraestructura vial carretero denominados de Tercera y Cuarta Generación (3G y 4G) que involucran la denominada “Ruta del Sol” a cargo del consorcio denominado *Concesión Caribe*. Estas intervenciones se enfocaron en adecuar y ampliar los carriles de las vías troncales existentes y fueron acompañadas de la instalación de peajes cuyos efectos serán motivo de evaluación más adelante.

El énfasis de la acción pública sobre la infraestructura vial de carreteras no modificó sustancialmente los circuitos previos existentes en la Región Caribe, es decir, generó marginalmente algunos tramos⁷ sin un cambio sustancial en cuanto a alternativas de trayectorias, o sea, con cambios mínimos en la densidad vial (km de vías/km² de extensión territorial), mientras sus resultados se concentraron en aumentar en tramos seleccionados la capacidad o nivel de servicio (tramos de kilómetros de doble calzada) y otros atributos de perfil de vía.

La ausencia de estrategia regional alrededor de un sistema de transporte multimodal articulado, que permita aprovechar como vías principales las arterias fluviales de los

⁷ Sólo 78 km nuevos de carretera, mientras se adecuaron 993 ya construidos, cuando se estimaba en 2014, por parte de las comisiones regionales de competitividad necesidades de interconexión vial para priorizar por el orden de 1.077 km pavimentados y 1.643 vías adecuadas sin pavimentar (vías terciarias).

ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, es el obstáculo principal para superar los retos de conectividad en las zonas con características fisiográficas marcadas por humedales, ríos y la Serranía de San Lucas. Esta inercia estratégica desde el ordenamiento regional se encuentra en la raíz de la toma de decisiones efectiva para la conexión de los municipios, tanto al interior del departamento, como con el resto de la región y el país. Luego de más de 30 años de estancamiento administrativo, en el momento que se cierra esta investigación (inicio de 2023) se inicia el proceso de intervención del Canal del Dique que contempla la mitigación ambiental y navegabilidad fluvial.

En la Región Caribe, la red vial está concentrada al norte de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre, lo que deja altamente desarticulados del resto, el sur de estos departamentos, además de La Guajira y César. Esta situación muestra que, si bien algunas pocas ciudades (Observatorio del Caribe colombiano, 2013) de la región han logrado atraer mayor población y tener un comparativo alto nivel de urbanización⁸, los núcleos rurales y corregimientos urbano-rurales y las ciudades tienen pocas opciones o alternativas de conexión espacial por vía terrestre. Ello genera limitaciones tanto en una mayor distribución del crecimiento de los núcleos urbanos, como en la evolución de los flujos y carga de pasajeros entre las ciudades, y entre aquellas y los mercados externos.

El principal modo de conexión vial en el Departamento de Bolívar resulta ser hegemonícamente el de carretera, que surge por la trayectoria histórica de la política nacional de infraestructura para el transporte (Ortiz, 2018), la cual sustituyó al modo fluvial y al férreo⁹. Sin embargo, persisten problemas por la insuficiente

⁸ En la Región Caribe Colombiana la tendencia de los últimos 40 años es la aglomeración de la población en menos de 10 ciudades, mientras se estanca o retrocede en los restantes 184 municipios de la costa Caribe (PER Caribe, Ocaribe, 2013).

⁹ La historia de los factores político-sociales que llevaron al abandono el sistema férreo a nivel nacional, y que en la Región Caribe desnacionaliza los tramos más relevantes a favor de

infraestructura vial para la conectividad del territorio. Desde el año 2010 la malla vial no se expande o crece marginalmente, a pesar de los programas de vías de Generación tercera y Cuarta generación (3G y 4G). Se estima en aproximadamente 3.099 km, de los cuales, 457,13 km (15% del total) es red vial primaria a cargo de nación, 130 km (4%) son secundaria a cargo del departamento y 2.511 (81%) son de red vial terciaria a cargo de INVIAS y de los municipios (Plan vial departamental, 2010).

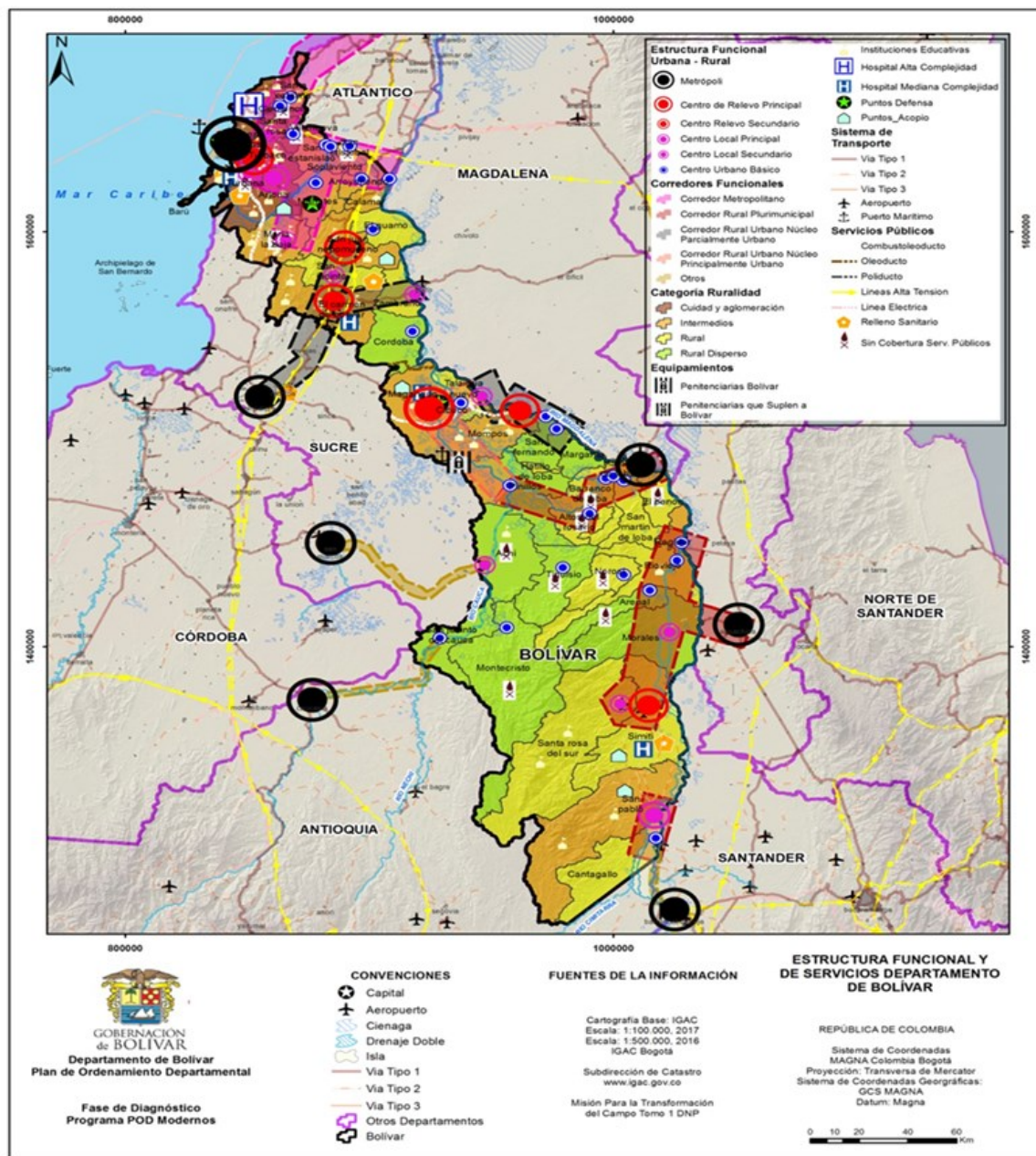
Para complementar este contexto regional, resulta apropiado rescatar el análisis de diagnóstico 2019 realizado para el diseño del Plan Departamental de Bolívar (INYPSA, 2018), en el cual se ilustra (Figura 7) la fragmentación funcional del departamento, principalmente en el sur-sur de Bolívar con cinco municipios rurales dispersos o aislados y, sus dos territorios funcionales rurales plurimunicipales discontinuos. Hacia el centro del departamento de Bolívar se conforma un territorio rural-urbano con núcleo parcialmente urbano en El Carmen de Bolívar, que se conectan a través de la Troncal de Occidente con el principal nodo funcional de Bolívar frente al mar Caribe: Cartagena de Indias y su aglomeración, donde se localiza nuestro espacio geográfico de interés, confinado por el mar y el brazo fluvial que se desprende del Río Magdalena y se denomina Canal del Dique.

Complementan el sistema funcional cinco centros de relevo secundarios, uno en el norte del departamento y cuatro concentrados en la zona central de Bolívar. En el norte, corresponde a Turbaco que conforman la aglomeración alrededor de Cartagena de Indias junto con los municipios Arjona (Centro local principal), Clemencia, Santa Rosa, Turbana y Villanueva (CONPES 3819 de 2014), teniendo en cuenta la alta conmutación laboral entre Turbaco y el Distrito. Este municipio

concesiones que operan multinacionales de carbón, son relatados en la publicación "Un diablo llamado tren", 2018

evidencia crecimiento de áreas suburbanas de uso residencial en suelo cuyo uso inicial era rural, lo que evidencia zonas de conurbación con la capital de Bolívar.

FIGURA 7. ESTRUCTURA FUNCIONAL Y DE SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

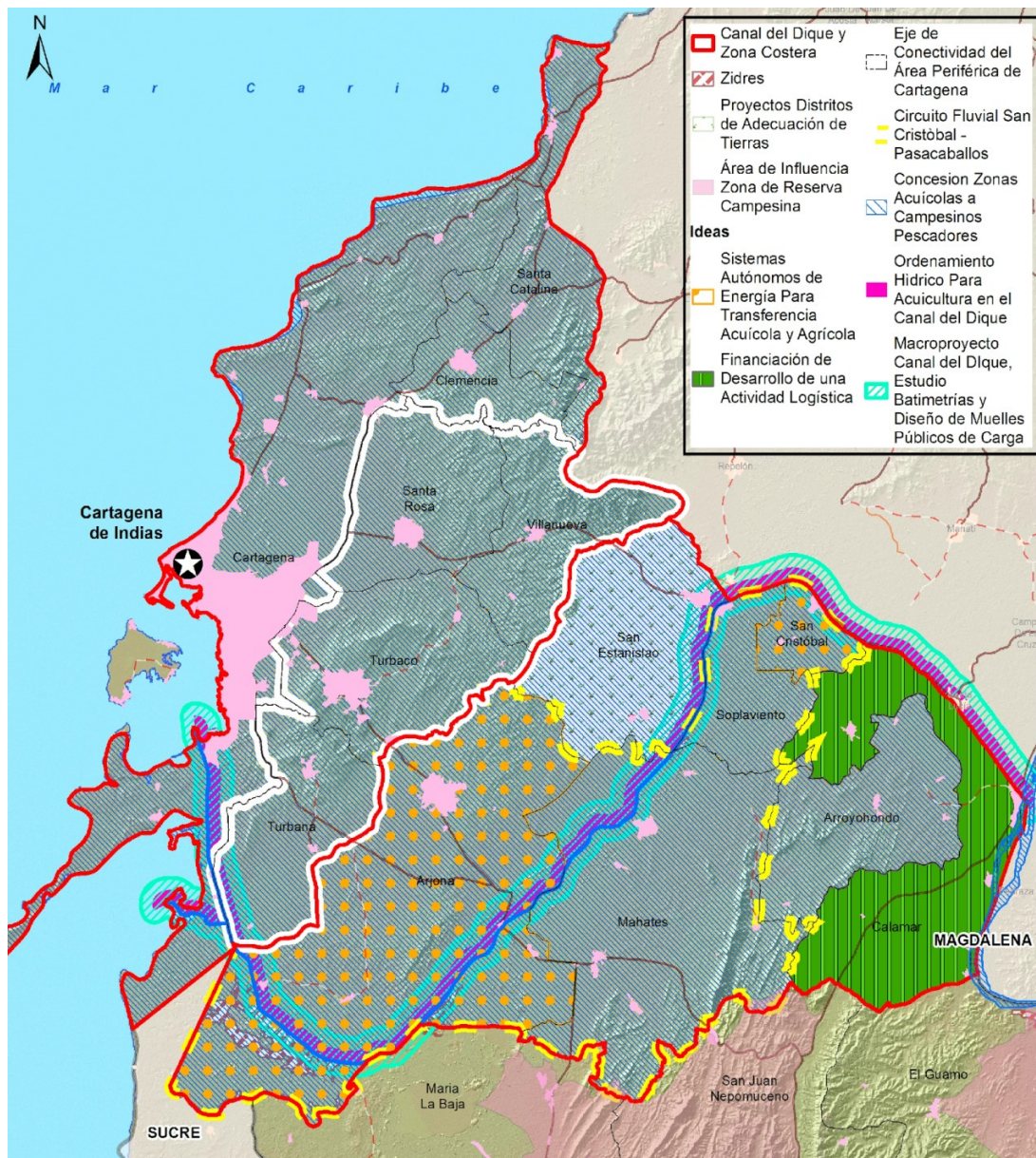


Fuente: INYPSA, 2018

Desde el centro principal (Cartagena de Indias) y su conurbación con el centro de relevo secundario (Turbaco), la conectividad va por vía terrestre con el resto de Colombia. Hacia el sur (regiones de Montes de María, Urabá Antioqueño y Medio Magdalena) se resuelve con dos accesos que atraviesan el canal del Dique, uno en sobre vía nacional principal, que se localiza en el denominado puente de Gambote, entre María La Baja y Arjona. Y el otro en una vía de menor categoría que cruza sobre el Canal del Dique entre los municipios de San Cristóbal y San Estanislao de Kotska. Hacia el norte, la conectividad terrestre, en dirección Santa Catalina hasta Barranquilla, está vinculada por las dos vías: la Cordialidad y la carretera al mar o vía 90.

Para identificar y localizar el ámbito espacial de estudio conviene aproximarse desde la escala regional y luego focalizar a escalas de mayor resolución o detalle para poder comprender aspectos de conectividad y accesibilidad que explican la relación funcional entre municipios involucrados. Por ello, examinaremos el área de influencia del Canal del Dique, donde se encuentra Cartagena de Indias y sus municipios vecinos, que se puede visualizar en la siguiente figura.

FIGURA 8. ÁREA DE INFLUENCIA DEL CANAL DEL DIQUE, ORDENAMIENTO PRODUCTIVO ANI



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura, ANI (2021)

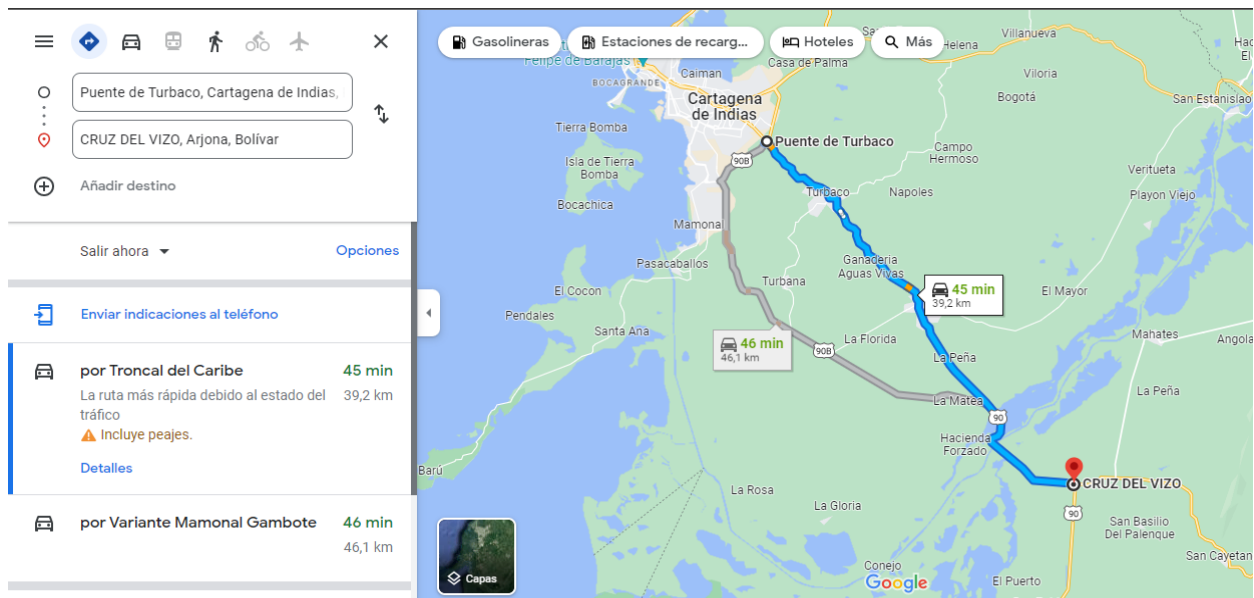
De esta figura se desprenden observaciones relevantes sobre las distancias entre núcleos urbanos de acuerdo con la conformación de vías.

Una primera observación es la proximidad desde el perímetro de Cartagena de Indias desde el denominado puente de Turbaco, en la zona de conurbación de Cartagena de Indias -Turbaco, que a su vez se encuentra a escasos 39,2 km por la troncal del Caribe hasta de la intersección de Cruz del Viso (Figura 9). Este recorrido en dirección sur al norte, inicia desde la intersección y caserío denominado Cruz del Viso, atraviesa el puente de Gambote, seguido de la zona urbana del municipio y continúa luego atravesando la zona urbana del municipio de Turbaco, para un leve descenso hacia el puente de Turbaco, nodo de acceso al perímetro de Cartagena de Indias.

Esta ruta es principalmente de carácter nacional y con peajes. Por tanto, se mezclan flujos de vehículos de transporte de carga, buses intermunicipales y además los vehículos particulares. Una connotación importante es que estas zonas típicamente rurales, tienen una población alta de personas que se movilizan en moto por la troncal. No hay puentes que permitan separar los flujos de los centros urbanos del tráfico nacional que atraviesan los municipios de Arjona y Turbaco.

El segundo circuito alternativo es la denominada variante Mamonal – Gambote, que se refleja en color gris en la ilustración anterior (46,1 km), que inicia en una bifurcación en Gambote, precisamente para evitar atravesar los centros urbanos de Arjona y Turbaco, con los flujos vehículos de carga que van hacia el enclave industrial y portuario de Mamonal por este “corredor de carga”. Los flujos de esta zona son predominantemente de tractocamiones (“Tractomulas” es el término coloquial en el sector de transporte de Colombia) para la carga de contenedores y de granel. Es importante precisar una connotación sobre las condiciones de transporte de las personas en el municipio de Turbana, el cual tiene una distribución poli nucleada con pequeños grupos poblacionales cerca de las riberas del canal del dique alejados del núcleo urbano principal, sin sistema de servicio público de transporte. Son las comunidades más segregadas y, por tanto, sus vehículos son las motos, resultando una mezcla peligrosa y accidentada.

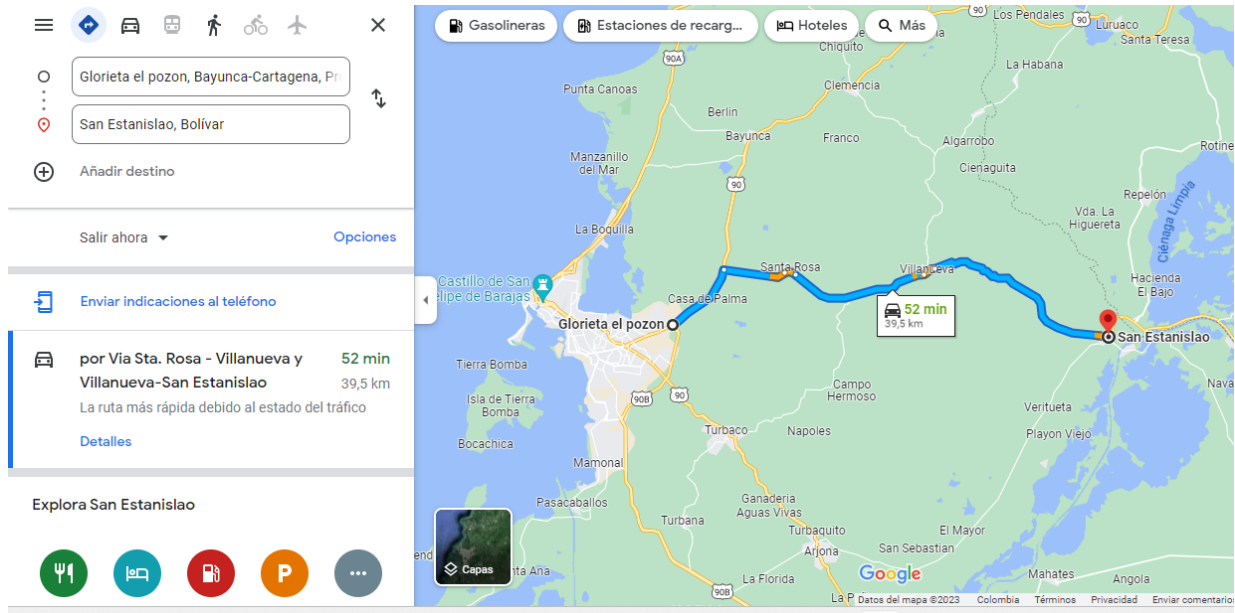
FIGURA 9. DISTANCIA DESDE EL PUENTE DE TURBACO HASTA LA CRUZ DEL VISO



Fuente: Captura de imagen de Google Maps, junio 2021

La otra alternativa para acceder por vía terrestre a la ciudad de Cartagena de Indias viniendo desde el sur es por el Canal del Dique- Se inicia desde el puente entre San Cristóbal y San Estanislao de Kostka, 39,5 km hasta el acceso a la cordialidad en el distrito de Cartagena de Indias (Figura 9). Este circuito es eminentemente rural con extensional sur a municipios también rurales del Departamento de Atlántico, al tener una topografía con más desniveles topográficos y al no estar vinculado con enclaves portuarios no es comparable con la intensidad de flujos de primer circuito descrito anteriormente.

FIGURA 10. DISTANCIA DESDE LA GLORIETA DEL POZÓN HASTA SAN ESTANISLAO DE KOSTKA



Fuente: Google Maps

Esta descripción de contexto regional permite entender que los circuitos terrestres que convergen a Cartagena de Indias son solo dos por el sur y dos por el norte hacia Barranquilla. Por tanto, nuestro análisis posterior se concentra en los cuatro accesos en el perímetro o frontera intermunicipal objeto de estudio.

En la progresividad de la expansión del área de influencia del puerto o *hinterland* portuario hacia la zona del Canal del Dique se encuentra un aspecto determinante en la condición de movilidad de las personas, que merece ser comprobado más adelante. Este fenómeno incrementa el área de suelo dedicado a la carga y a la logística de comercio internacional, mientras que al tiempo ha venido densificando la ciudad, en un urbanismo compacto, es decir, se ha venido incrementado la densidad en cuanto a habitantes por hectárea en un perímetro de servicios públicos

con poca expansión y, análogamente, sucede con la densidad vial (kilómetros de vías por kilómetros cuadrados de extensión) por ausencia de ampliación de infraestructura o circuitos viales y de mantenimiento del espacio público en general. Como veremos más adelante, esta condición se agrava especialmente en los accesos a la zona urbana de Cartagena de Indias.

4.2. Sobre la dinámica demográfica y el juego de actores

Es necesario comparar la diferencia de poblaciones censadas para indagar sobre las tendencias demográficas de los municipios involucrados.

TABLA 1. COMPARATIVO CENSOS 2018 VS 2005, CAMBIOS POBLACIONALES Y DENSIDADES

Código	Municipio	Población	Población	Difer		Área	Hab/Km ²	Año
DANE		DANE 2018	DANE 2005	Pobl	%	Km ²	2018	Fundación
13001	Cartagena de Indias	1.036.134	944.250	91.884	8,9%	559	1.853,5	1533
13222	Clemencia	12.857	12.059	798	6,2%	84	153,1	1994
13673	Santa Catalina	13.553	12.546	1.007	7,4%	139	97,5	1509
13683	Santa Rosa	24.158	18.365	5.793	24,0%	151	160,0	1735
13836	Turbaco	75.208	63.450	11.758	15,6%	196	383,7	1510
13838	Turbana	15.353	13.507	1.846	12,0%	148	103,7	1894
	Total	1.177.263	1.064.177	113.086	10,6%	1.277	921,8	

Fuente: Adaptado de datos del DANE, Julio de 2022

Las cifras anteriores revelan que Cartagena de Indias presenta una densidad 5 o 6 veces mayor que Turbaco, que la precede en este indicador. Y aún es mayor la concentración interna de población en el interior del distrito, si se considera que al

menos el 90% de la población cartagenera reside en la zona urbana de 82,8 km², con menos del 15% del área total de extensión.

La diferencia de censos entre 2018 y 2005 refleja que Santa Rosa y Turbaco son los municipios que han crecido proporcionalmente mayor en población entre el censo de 2005 y el de 2018. Esto se explica en parte porque son municipios próximos que tienen una alta vinculación funcional con Cartagena de Indias, en términos laborales y educación. También hay que considerar, debido a la proximidad, que acusan un efecto de desplazamiento o segregación por la oferta de vivienda y los costos inmobiliarios comparativos respecto al Distrito turístico y cultural. De esta manera, la cifra anual de visitantes por vuelo internacional a Cartagena de Indias progresaba con tendencia en ascenso, y para 2018 registró 485.464 visitantes, lo cual es un volumen de personas del extranjero que triplican la población residente censada ese año en los municipios vecinos y que evidencia el posicionamiento de la ciudad como destino turístico, con las consecuentes presiones inmobiliarias sobre arriendos y costo de venta por m².

Los actores reconocibles en la movilidad de Cartagena de Indias y su área de influencia para el periodo 2009-2019 presentan roles con intereses y necesidades diferenciados:

- Los entes gubernamentales de nivel nacional, departamental y local quiénes tienen injerencia en el ordenamiento territorial, planifican la conectividad y deciden la inversión en infraestructura. En el caso del gobierno nacional, además es el regulador de transporte y tránsito, y ejerce a través de la agencia Nacional de infraestructura otorgando concesiones no sólo las vías, sino además el litoral. reguladores de nivel local
- Otros reguladores públicos como policía de carretera, y personal de Secretarías de tránsito

- Consorcios privados que funcionan como Concesionarios, relacionados con la infraestructura Vial. Como es más importante la misma concepción de vías que gestiona y administra la vía y recauda mediante peajes, también ahí concesionados locales a cargo de recaudo de multas y operación de dispositivos a través de cámaras para control de velocidad, parqueaderos de inmovilización de vehículos,
- SITM TRANSCARIBE, consorcio que opera el sistema de buses articulados de la ciudad de Cartagena.
- Transportistas de carga y pasajeros, operadores regulados de vehículos de servicios carga y pasajeros buses taxis.
- Transportistas informales o no regulados.
- Sociedades portuarias, Operadores de muelles de líneas navieras para servicio de líneas navieras
- Transeúntes residentes en Cartagena que estén usando vehículos automotrices o movilidad peatonal y de bicicleta
- Transeúntes residentes en municipios que usen vehículos automotrices o movilidad peatonal y de bicicleta.
- Turistas o transeúntes con movilidad transitoria u ocasional.
- Los vendedores informales o habitantes de calle que usan espacio público en los lugares de trasbordo.

Las respuestas más comunes desde las poblaciones rurales de la zona del Canal del Dique, que hilvanan los actores o grupos de interés, tienen que ver con Cartagena de Indias como lugar de trabajo cotidiano debido al enclave portuario y el turístico. Es por ello, que encontramos personas provenientes desde diversos orígenes que se movilizan cotidianamente hacia y desde Cartagena de Indias.

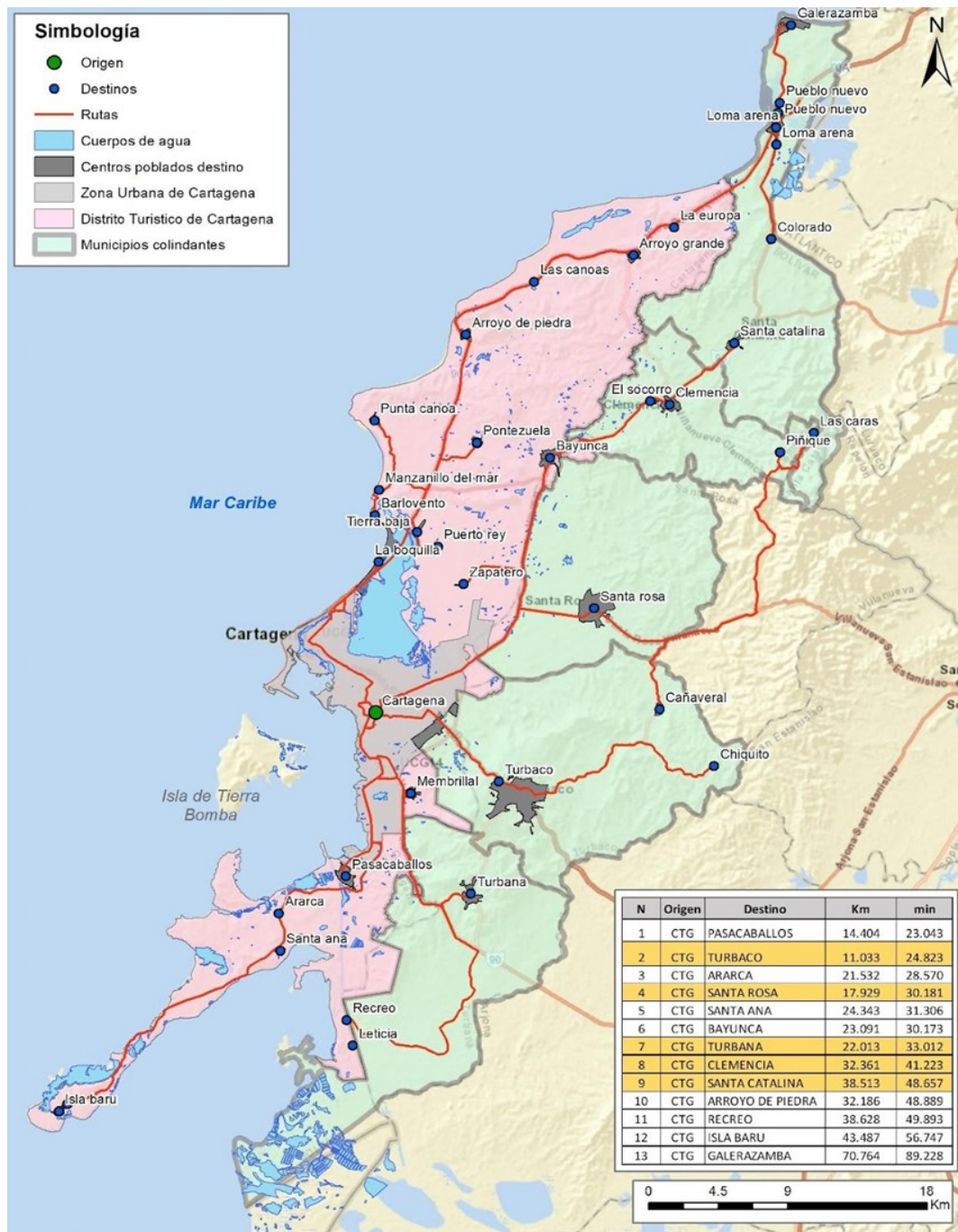
4.3. Evolución de la configuración en los accesos de la frontera intermunicipal con Cartagena de Indias

Para aproximarnos en una escala geográfica más resolutive, conviene proceder a localizar la frontera interurbana, las vías que irrumpen en dicha frontera y los puntos de ubicación de los peajes que constituyen hitos y huellas de las intervenciones en infraestructura vial y los contratos de concesiones vinculados a este mecanismo de territorialización.

Las distancias en la figura 11 están calculadas frente al centroide urbano de Cartagena de Indias, y el color amarillo en la tabla señalan distancias a los centroides a municipios vecinos, mientras que los demás de dicha tabla son corregimientos pertenecientes al Distrito de Cartagena de Indias. Obsérvese que la distancia al centroide del municipio de Turbaco es de 117 km, comparable en proximidad con la distancia del centroide de Cartagena de Indias al sector de La Boquilla.

Los accesos en la frontera se localizan cartográficamente (Figura 12) para efectos de analizar los hallazgos de cambios, en el lapso de 2009 a 2019, mediante comparación de fotos satelitales (Ver Anexo A). Esta comparación es sobre la diferenciación en el tiempo de la configuración de los accesos, considerando la estructura vial y el espacio público conexo a las vías. Los puntos de trasbordo fueron seleccionados después de rutinas de observación de trabajo de campo, y en 2021 fueron los puntos dónde se efectuó el muestreo de tránsito de vehículos para caracterizar su afluencia diaria.

FIGURA 11. MAPA DEL SISTEMA DE CONECTIVIDAD VIAL EN LA FRONTERA TERRESTRE DE CARTAGENA



Fuente: Adaptado por Julio Amézquita y Jorge Valdez a partir de cartografía IGAC, 2019 (2021)

Los tiempos estimados obedecen a cálculos de Google Maps en Automóvil, y distan de los reportados en la encuesta web.

FIGURA 12. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS SELECCIONADOS PARA MUESTREO DE TRÁNSITO



Fuente: Adaptado por Julio Amézquita y Jorge Valdés a partir de cartografía IGAC 2019, 2021

Conviene identificar antes de proseguir los peajes vinculados a los accesos según la localización y periodo de operación:

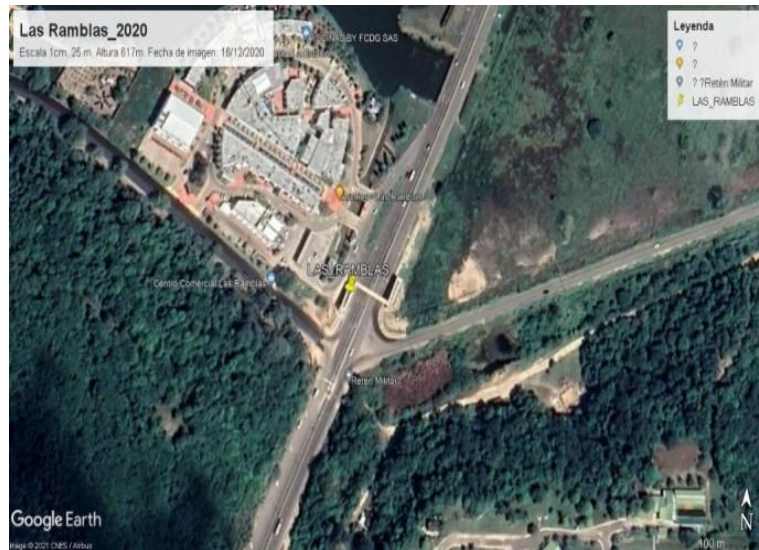
- Por el norte, el peaje Marahuaco (acceso Las Ramblas) y el peaje Bayunca (acceso a El Pozón -La India). Ha operado desde 2003 a la fecha.
- Por el sur, los peajes Corralito y La Heroica, suman al acceso al corredor de carga. Han operado desde 2001 a la fecha.
- Por el sur, el peaje Puente Turbaco, acceso Turbaco. Operó desde 2013 hasta 2021, actualmente suspendido el cobro.

Los principales hallazgos por inspección de imagen de satélite, en cada punto de acceso, en progresión de norte a sur, son:

FIGURA 13. ACCESO (2005) POR LAS RAMBLAS (VÍA 90ª HACIA EL NORTE, SANTA CATALINA Y BARRANQUILLA)



FIGURA 14. ACCESO (2020) POR LAS RAMBLAS (Vía 90ª HACIA EL NORTE, SANTA CATALINA Y BARRANQUILLA)



Fuente: Tomado de Google Earth por Julio Amézquita, 2019

Esta es la zona donde desde 2008 se han venido desarrollando proyectos urbanísticos y hoteleros de alto costo adquisitivo que se extienden desde La Boquilla hasta Punta Canoa, camino a la ciudad de Barranquilla. Este acceso presenta durante los diez años del periodo en estudio un notorio y sustancial cambio en la geometría de la vía, especialmente por la construcción del Viaducto de la Paz (Viaducto del Gran Manglar) entre 2016 a 2018, cuya ejecución potenció el flujo en automóvil y restringe el tráfico pesado y las motos, con efectos de segregación espacial a los pobladores de La Boquilla. Además, se construyó la carretera alterna hacia Bayunca. También debido al auge de urbanismo de vivienda suntuaria, hotelería de enclave y edificios empresariales, el espacio público conexo a las vías presenta mejoras respecto al estado en 2007.

En el contraste entre las figuras 15 y 16, Rotonda de El Pozón – La India, resulta evidente el cambio sobre la estructura vial en el periodo debido a la construcción de la doble calzada hacia el terminal y hacia el norte, involucró la ejecución de una

rotonda. La densificación urbana es notoria, no así la adecuación de espacio público, como pueden ser la adecuación de paraderos y bahías, lo cual se manifiesta en la congestión de la rotonda misma, aunque se habilitó el puente peatonal de la India.

FIGURA 15. IMAGEN SATELITAL ACCESO (2005) POR ROTONDA DE EL POZÓN – LA INDIA, HACIA CORREGIMIENTO DE BAYUNCA Y MUNICIPIOS DE SANTA ROSA Y CLEMENCIA.



FIGURA 16. IMAGEN SATELITAL ACCESO (2021) POR ROTONDA DE EL POZÓN – LA INDIA, HACIA CORREGIMIENTO DE BAYUNCA Y MUNICIPIOS DE SANTA ROSA Y CLEMENCIA.



Fuente: Tomado de Google Earth por Julio Amézquita, 2019

En el acceso por Puente de Turbaco, la configuración de las vías existentes no agrega nuevas conexiones o circuitos y el puente permanece igual. No obstante, se adecuan las dobles calzadas y se inicia operación de peaje en octubre de 2013. Asimismo, el espacio público conexo a la vía se adecua para aparcaderos frente la edificación de la nueva sede administrativa de la gobernación (2015), pero es precaria e insuficiente la adecuación en la zona de trasbordo de TRANSCARIBE, por lo cual se presentan congestiones, tanto sobre la vía, como en los paraderos. Es notable la deforestación en las inmediaciones.

FIGURA 17. IMAGEN SATELITAL (2006) DEL ACCESO PUENTE DE TURBACO - PARADA TRANSCARIBE EN EL RODEO

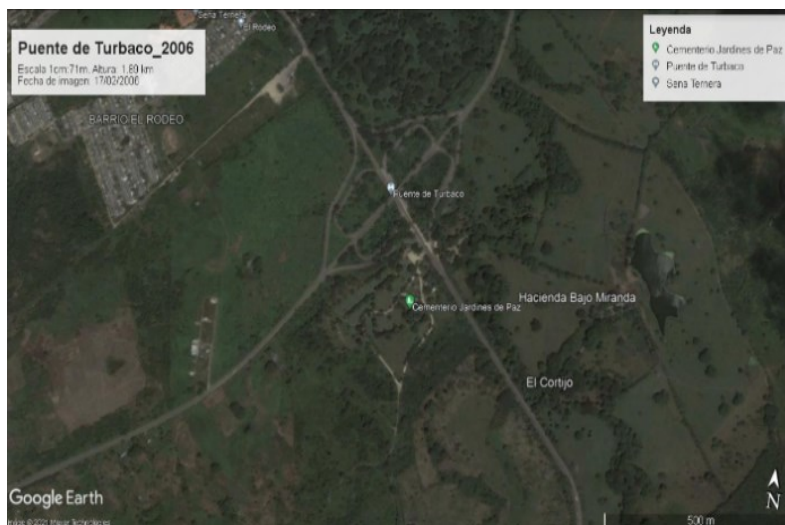


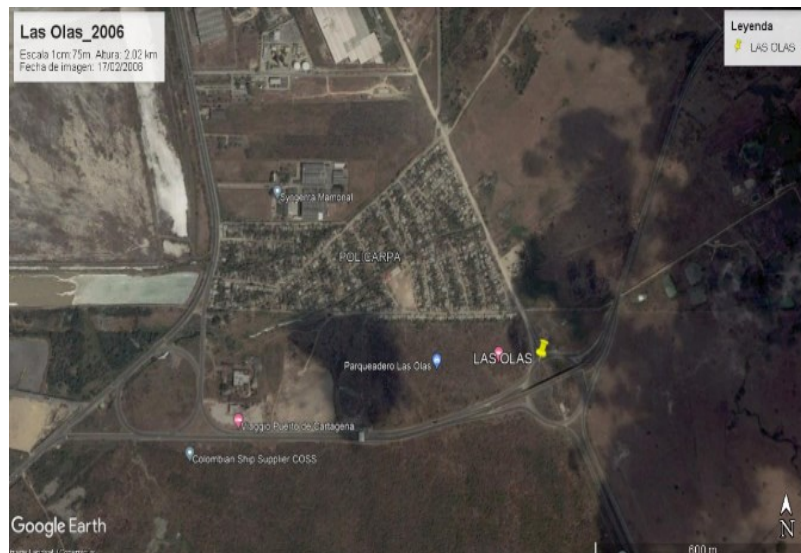
FIGURA 18. IMAGEN SATELITAL (2020) DEL ACCESO PUENTE DE TURBACO - PARADA TRANSCARIBE EN EL RODEO



Fuente: Tomado de Google Earth por Julio Amézquita, 2019

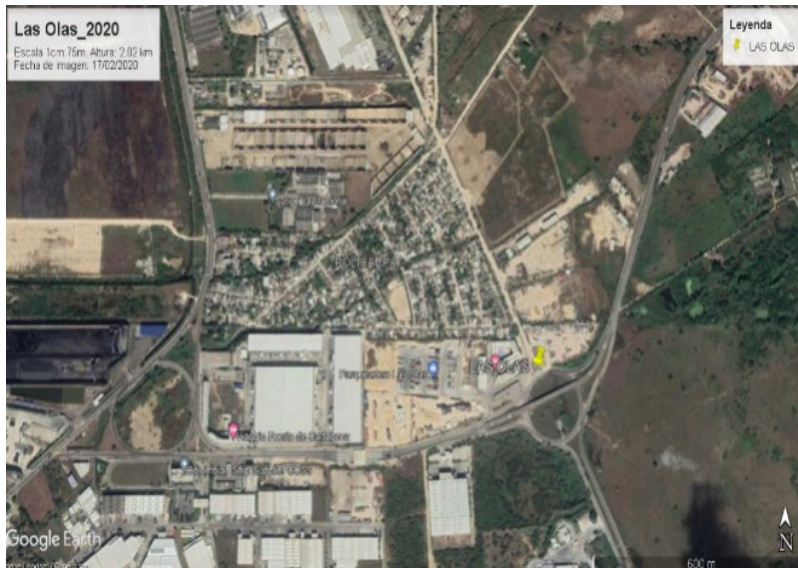
Este acceso es el de mayor volumen de transbordos como comprobaremos al analizar datos de flujos y hay presencia de comercio informal sobre la vía, y bajo el puente.

FIGURA 19. IMAGEN SATELITAL (2006) SECTOR ENTRADA A MAMONAL (BOMBA BRÍO – POLICARPA - LAS OLAS)



Fuente: Tomado de Google Earth por Julio Amézquita, 2019

FIGURA 20. IMAGEN SATELITAL (2020) SECTOR ENTRADA A MAMONAL (BOMBA BRÍO – POLICARPA - LAS OLAS)



Fuente: Tomado de Google Earth por Julio Amézquita, 2019

Es el sector donde la configuración y la geometría de viales no presenta diferenciación, tampoco se reflejan mejoras en espacio público. Sin embargo, es radical la densificación por estructuras industriales y logísticas, vinculadas a la operación portuaria. Permanece sin intervenir el tramo de vía hacia el barrio Policarpa que es un asentamiento informal (resalta el triángulo visible de casas) en medio de edificaciones industriales. Este es acceso al corredor de carga que irrumpe en la zona urbana de Cartagena de Indias hasta el Bosque y la SRP en la Isla de Manga.

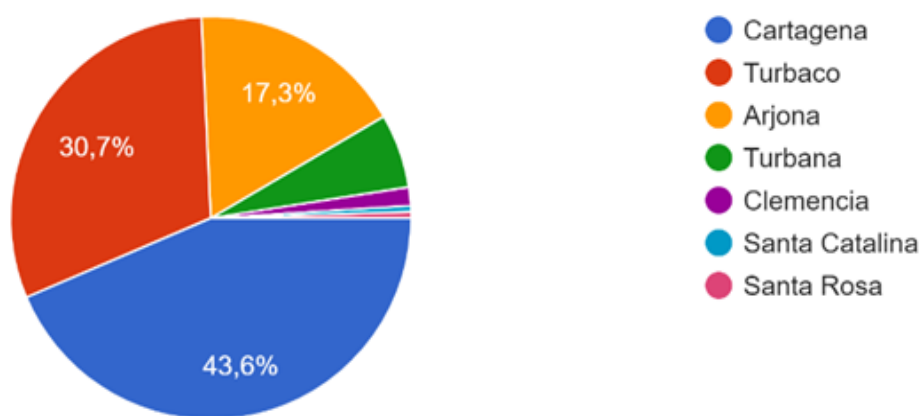
Los cambios o diferencias detectados por esta inspección visual sobre las fotos satelitales permiten identificar los hitos o acontecimientos históricos más relevantes, en cuanto a disrupción en la configuración de infraestructura vial, para posterior análisis de correspondencia con los flujos de desplazamiento.

4.4. Caracterización de los itinerarios cotidianos y actividades en los accesos interurbanos

Este subcapítulo ilustra los recorridos, horarios, medios de transportes y usos que le dan a los accesos los transeúntes residentes en los municipios de frontera. Por otra parte, esta caracterización considera los resultados de la encuesta web aplicada y las observaciones que se desprenden del registro fotográfico de los lugares de trasbordo y conmutación.

La encuesta web está diseñada con base en la Encuesta Nacional de Movilidad (2018), con la asesoría de la Ing. Patricia Garcés, de la Facultad de Ingeniería de Unicartagena. Se aplicaron y recogieron datos entre el 22 de abril de 2021 y enero de 2022, por lo cual hubo que hacer precisiones para distinguir las pautas anteriores a la pandemia. Tuvo un total de 202 participantes cuya distribución de participación por municipio de residencia se ilustra a continuación (Figura 21). El diseño y tabla de resultados de dicha encuesta se encuentra en el Anexo B.

FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO DE RESIDENCIA DE ENCUESTADOS

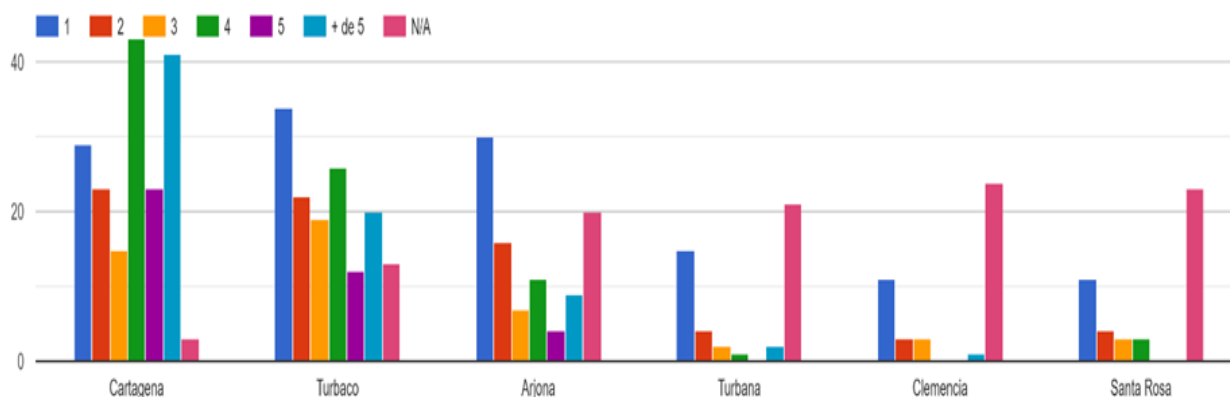


Fuente: Encuesta sobre movilidad periurbana aplicada por J. Amézquita, 2021

Ahora bien, el 66.5% de los que respondieron la encuesta residen en las cabeceras municipales, mientras que un 18.7% se encuentra en una zona rural que por lo general sólo acuden a la ciudad cuando necesitan realizar algún trámite, diligencia o por cuestiones de trabajo. El rango de año desde que los encuestados residen en los municipios va desde 1949 hasta 2022. Se pudo encontrar entonces que el 42% reside desde 2000-2022, y el rango más antiguo de año de residencia de menor cantidad es entre 1940 – 1960 con un 3%.

Considerando el municipio de residencia de los encuestados la frecuencia semanal con la que se desplazan a los municipios de destino antes del confinamiento por covid19 (anterior a marzo de 2019), se concentra principalmente hacia Cartagena de Indias donde 43 encuestados viajan hasta 4 veces y 41 más de 5 veces. Luego se concentran los desplazamientos hacia Turbaco, Arjona, Clemencia, Turbana y Santa Rosa, respectivamente.

FIGURA 22. NÚMERO DESPLAZAMIENTOS SEMANALES DESDE LA RESIDENCIA HACIA AL MUNICIPIO DESTINO

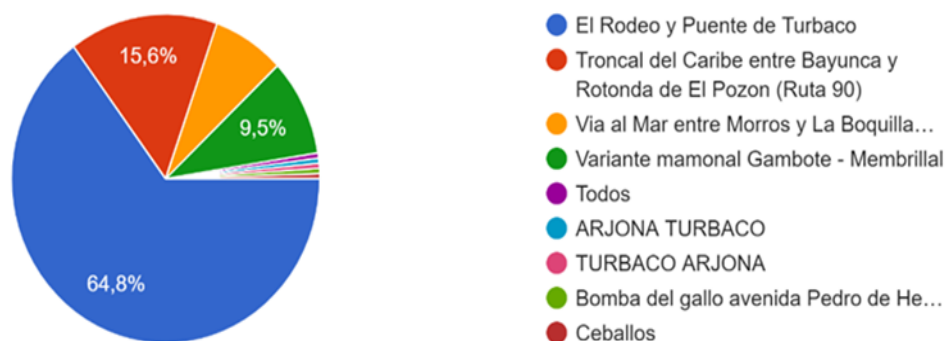


Fuente: Encuesta sobre movilidad periurbana aplicada por J. Amézquita, 2021

Considerando el municipio de residencia de los encuestados, la frecuencia semanal con la que se desplazan a los municipios de destino después de confinamiento por covid19 (a julio de 2021) se concentra principalmente hacia Cartagena de Indias donde 44 encuestados viajan hasta cuatro 4 veces y 41 más de 5 veces. Luego se concentran los desplazamientos hacia Turbaco, Arjona, Santa Rosa, Clemencia, Turbana, respectivamente; para este periodo aumento el desplazamiento hacia Santa rosa. De estas respuestas también se puede evidenciar como en Turbaco y Arjona, por encima de Cartagena de Indias (23), la frecuencia semanal 1 día, es de 34 y 24 encuestados

Para los encuestados, los accesos cotidianos a Cartagena de Indias más frecuentado son el rodeo y puente Turbaco con un 64,8%, La Troncal de Caribe entre Bayunca y rotonda de El Pozón (Ruta 90) con un 15,6%, Variante Mamonal Gambote – Membrillal con un 9,5% y Vía al Mar entre Morros y Boquilla RUTA 90A con un 7,5%, el resto de accesos cuentan con una participación de 0,5%.

FIGURA 23. LUGARES IDENTIFICADOS COMO FRONTERA O BORDE DURANTE EN LOS ITINERARIOS SEMANALES ENTRE MUNICIPIOS



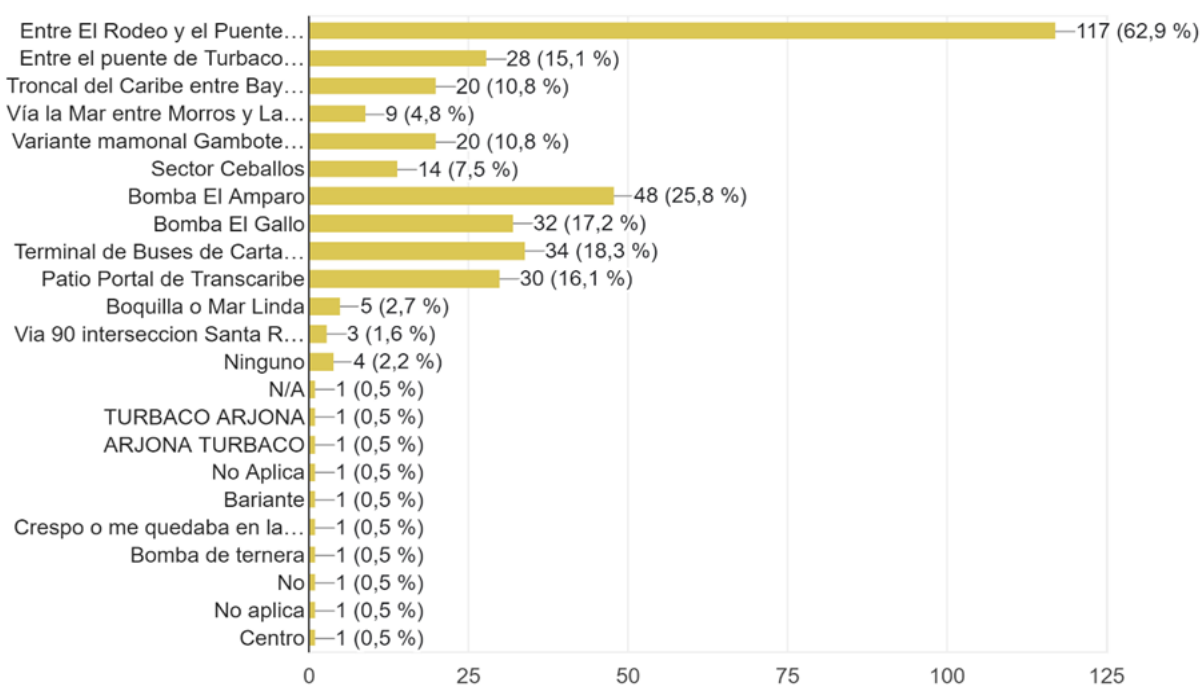
Fuente: Encuesta sobre movilidad periurbana aplicada por J. Amézquita, 2021

En los accesos de frontera periurbana se ubican lugares más connotados para los transeúntes, algunos se caracterizan por ser espacios de trasbordo o cambio de

vehículo, otros se perciben como borde o límite jurisdiccional y otros como transición de paisaje. Son los lugares extremos donde se accede al Sistema de transporte urbano, tanto público como privado e informal.

Sobre los lugares de transbordo habituales desde o hacia la zona urbana de Cartagena de Indias se tiene que el 62,9% de los encuestados lo realizan entre el rodeo y el puente de Turbaco seguido de un 25,8% que lo realizan en la bomba del Amparo. Esto comparado con únicamente un 16,1% que realizan transbordos en el Patio Portal¹⁰ de SITM TRANSCARIBE, refleja lo poco accesible que resulta su ubicación en el interior de la zona urbana.

FIGURA 24. USO DE LUGARES DE TRANSBORDO EN LOS ITINERARIOS COTIDIANOS, DESDE Y HACIA CARTAGENA DE INDIAS (ANTES DE PANDEMIA)



Fuente: Encuesta sobre movilidad periurbana aplicada por J. Amézquita, 2021

¹⁰ Sitio de despacho de los buses articulados de SITM, que se implementó como un concentrador (Hub) y conmutador de diferentes líneas del sistema.

La siguiente evidencia del registro fotográfico ilustra procesos y condiciones en lugares de transbordo que se relacionan con pautas y comportamientos de transeúntes y transportistas de pasajeros.

FIGURA 25. IMAGEN ACCESO PUENTE TURBACO, PARADERO SITM TRANSCARIBE EL RODEO, SENTIDO DE TURBACO HACIA CARTAGENA DE INDIAS



Fuente: J. Amézquita (3/08/2021)

En el registro anterior (Figura 25) se observa la bahía de aparcadero de SITM TRANSCARIBE en el sector Puente de Turbaco a El Rodeo ocupado por un automóvil y una moto de servicio informal, mientras que el bus articulado ocupa un carril sobre la vía dejando dos carriles disponibles. También ilustra el espacio de espera donde se forma la cola que ocupa la acera, lo cual deja insuficiente espacio al resto de peatones, también carece de carriles para bicicletas. Los paraderos de buses están a la intemperie o en lugares de escasa iluminación nocturna, cuando llueve se refugian las motos bajo el puente de Turbaco, lo cual obstaculiza la vía de acceso.

FIGURA 26. IMAGEN VESPERTINA ACCESO PUENTE TURBACO, PARADERO ESTACIÓN DE GASOLINA PETROMIL, SENTIDO DE CARTAGENA DE INDIAS HACIA TURBACO



Fuente: J. Amézquita (3/08/2021)

En este registro la zona de trasbordo, en sentido contrario al anterior, se observa que la estación de gasolina se convirtió en un paradero de buses intermunicipales y motos, además de ser zona de trasbordo para otros vehículos. Esta situación puede deberse a que no hay bahías adecuadas para parqueo para buses. A su vez, la escasa seguridad e iluminación de la zona favorecen la preferencia de los transeúntes. Similares condiciones de ausencia de resguardo a la intemperie. Esta zona presenta altos niveles de flujos y horarios de congestión fuertes entre 5:15 y 8:45 am y de noche entre 5:15 a 7.45 pm, por ser la vía que conecta con la troncal Avenida Pedro Heredia que recibe en esta zona de transición el flujo desde y hacia Turbaco, además del que proviene del centro del país, y continúa como única vía urbana hacia la zona de Santa Lucia soportando los flujos internos de Cartagena de Indias en dos carriles por cada sentido.

Respecto a los accesos periurbanos por zona norte (Vía 90 a carretera al Mar, y vía 90 La Cordialidad), el registro fotográfico de los accesos de Las Ramblas y de Rotonda el Pozón, los horarios de congestión coinciden con los presentados en el acceso desde Turbaco. Sin embargo, dado que la Rotonda de El Pozón se encuentra a escasos 2 km del Terminal de buses intermunicipal de Cartagena de Indias y del patio portal de SITM TRANSCARIBE, resulta excepcional la presencia de zonas de parqueos informales para colectivos, taxis y motos en inmediaciones de la Rotonda, así como la presencia de intersecciones irregulares sobre la vía de La cordialidad para los barrios periféricos de Villa de Aranjuez y Ciudad Bicentenario:

FIGURA 27. ACCESO ROTONDA EL POZÓN, ESTACIÓN INFORMAL DE COLECTIVOS A SANTA ROSA, CLEMENCIA Y SANTA CATALINA



Fuente: J. Amézquita (18/05/2021)

FIGURA 28. ACCESO ROTONDA EL POZÓN, ESTACIÓN INFORMAL DE MOTOS A SANTA ROSA, CLEMENCIA Y SANTA CATALINA



Fuente: J. Amézquita (18/05/2021)

También resulta notorio el condicionante de iluminación en horario nocturno para este lugar de trasbordo, lo cual hace que funcione mientras haya luz de día:

FIGURA 29. IMAGEN VESPERTINA DE LA ROTONDA EL POZÓN TARDE Y VILLA DE ARANJUEZ



Fuente: J. Amézquita (2/08/2021)

La condición de mezcla de vehículos en esta zona es similar a la que se presenta en el acceso por Turbaco, aunque de menor intensidad. Nótese que los pasajeros de motos realizan más trasbordos para salir de Cartagena de Indias que en el sentido contrario, porque la zona se congestiona demasiado en dirección hacia camino hacia el Terminal de transporte y hacia el interior de la zona urbana de Cartagena de Indias.

FIGURA 30. ACCESO ROTONDA EL POZÓN, ENTRADA A VILLA DE ARANJUEZ



Fuente: J. Amézquita, 2/08/2021

FIGURA 31. ACCESO ROTONDA EL POZÓN, ENTRADA URBANIZACIÓN LA INDIA, FRENTE A LA UNIDAD DEPORTIVA ROCKY VALDEZ



Fuente: J. Amézquita, 2/08/2021

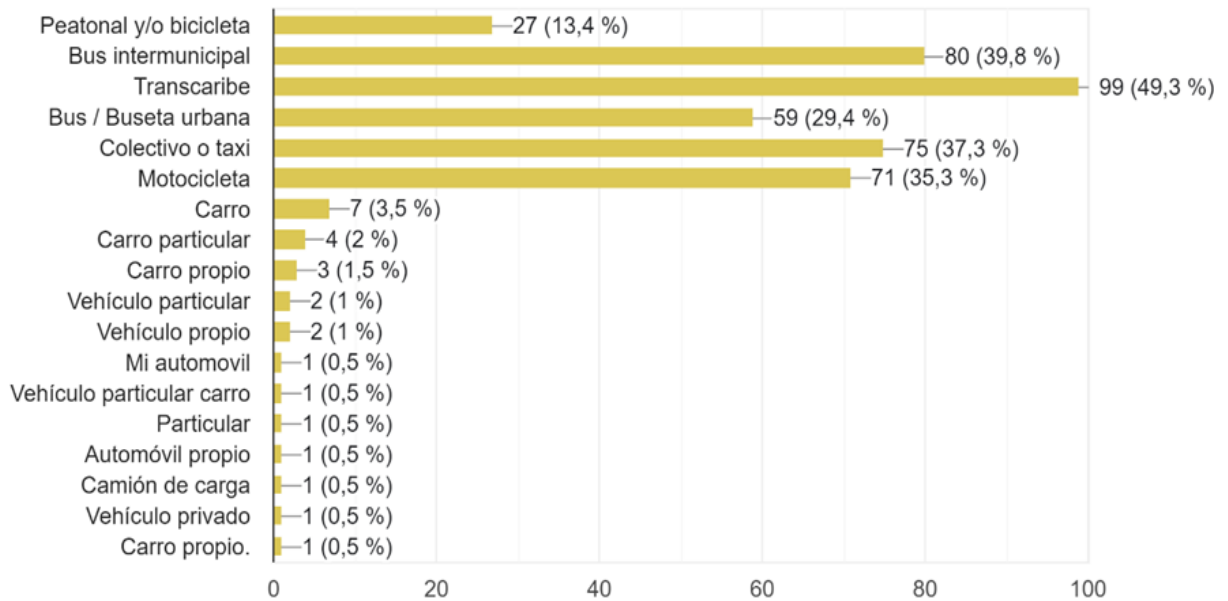
Muy diferentes son las condiciones del acceso por Mamonal, debido al predominio de flujos de carga pesada y la ausencia de buses, no constituyen lugares de trasbordo, y en el caso del acceso por Las Ramblas Vía al mar (90A), por el contrario, el flujo de automóviles es predominante por el tipo de vía rápida y posee iluminación nocturna adecuada al contrario de los demás accesos.

Los motivos o itinerarios de desplazamiento hacia y desde Cartagena de Indias de los encuestados antes y después de la pandemia se deben principalmente a cuestiones de trabajo, actividades sociales, culturales o de recreación, salud y estudios, mientras que el menor motivo de desplazamiento se debió a motivos de acceso a servicios de función pública. Antes de la pandemia los desplazamientos eran mayores en comparación a después de esta; a excepción de motivos por salud donde la mayoría se presenta después de la pandemia.

La figura 31 ilustra los medios de transporte más utilizados por los encuestados para desplazarse desde y hacia Cartagena de Indias antes de pandemia, son principalmente TRANSCARIBE con un 43,9%, Bus intermunicipal con un 39,8%, Colectivo o taxi con un 37,3%, motocicleta con un 35,3% y Peatonal y/o bicicleta con un 13,4%. Por otro lado, el medio menos utilizado son el camión de carga y el vehículo particular o propio.

Por otro lado, en cuanto a los transbordos habituales antes de la pandemia, o cambios de vehículos en el recorrido, el 40,8% de los encuestados realizaba hasta 2 transbordos, seguido de los que no realizaban ninguno con un 24,9%.

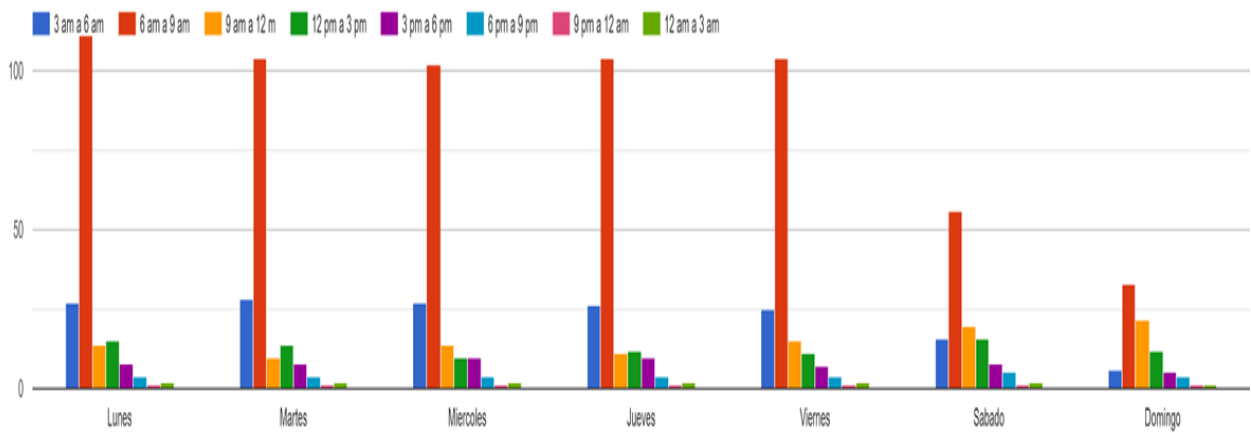
FIGURA 32.USO DE MEDIOS DE TRANSPORTE DE ITINERARIOS COTIDIANOS, DESDE Y HACIA CARTAGENA DE INDIAS (ANTES DE PANDEMIA)



Fuente: Encuesta sobre movilidad periurbana aplicada por J. Amézquita, 2021

El mayor inicio del itinerario de transporte de ida de los encuestados, antes de pandemia, se presenta en todos los días de la semana entre las 6 am – 9am, con su pico los lunes. Luego el horario más frecuentado de retorno es entre las 3 am – 6 am. En este punto es notorio el aumento de inicio de itinerario entre las 3 pm – 6 pm, comparado con las cifras de antes de la pandemia.

FIGURA 33. HORARIOS SEGÚN INTENSIDAD DE AFLUENCIA EN ITINERARIOS COTIDIANOS, DESDE Y HACIA CARTAGENA DE INDIAS (ANTES DE PANDEMIA)



Fuente: Encuesta sobre movilidad periurbana aplicada por J. Amézquita, 2021

La mayor concentración de afluencia (6:00 a 9:00 am) supera con creces el acumulado del resto del día, lo cual sugiere mecanismos de turno para alternar la carga.

4.5. Procesamiento cartográfico para la representación topológica mediante redes espaciales

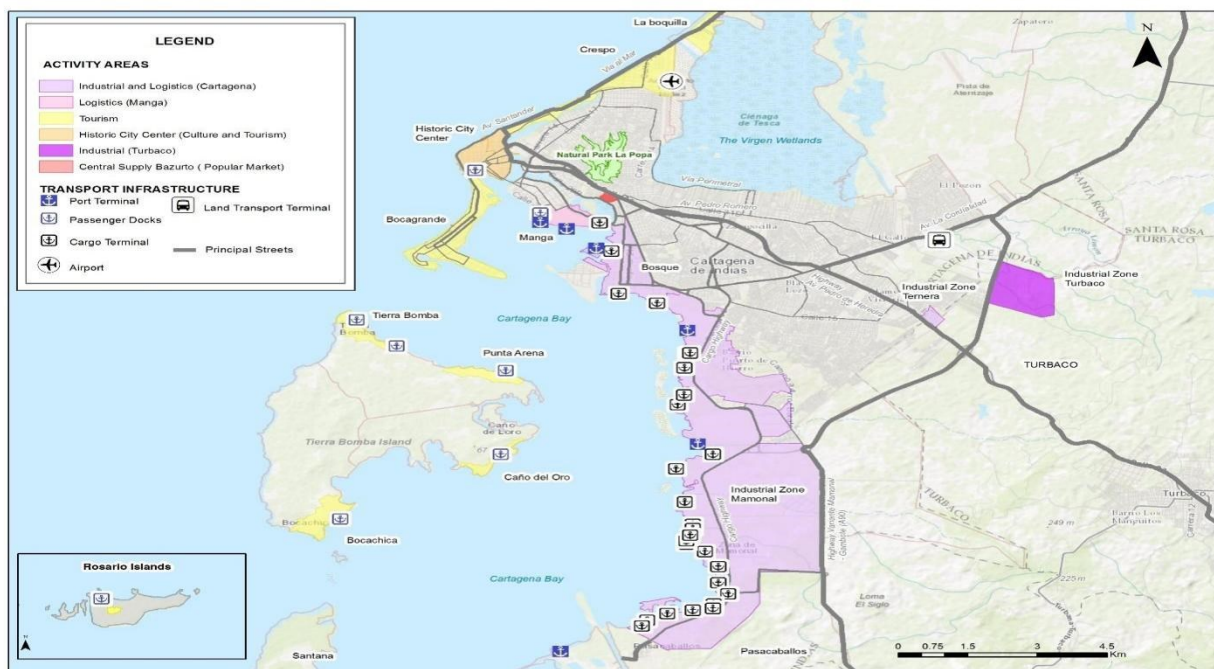
Considerando las diferencias de densidad poblacional entre Cartagena de Indias y el resto de municipios colindantes o de su área de influencia, en este subcapítulo se abordarán el análisis de la configuración y los atributos topológicos de trama vial en la frontera y la malla urbana de Cartagena de Indias, por ser el área urbana más densa y con mayor resistencia (Fujita & Mori 1996) a la demanda de flujos externos.

El tratamiento inicial de datos georreferenciados de la red vial se obtuvo desde el Open Street Map -OSM¹¹, que incluye vías principales, distancia entre calles y

¹¹ Open Street Map es una Plataforma colaborativa en web cuya salida conforma objetos cartográficos, <https://www.openstreetmap.org/#map=5/4.632/-74.299>

coordenadas de los nodos de intersección. Las vías digitalización son aquellos caminos o carreteras urbanas de la más alta jerarquía en la ciudad, tomando en cuenta que deben mínimamente soportar vehículos del sistema público de transporte interno de la ciudad, así como las rutas o circuitos que conducen a los enclaves portuarios y turísticos de Cartagena de Indias (Figura 34).

FIGURA 34. IDENTIFICACIÓN DE ENCLAVES Y RUTAS PRINCIPALES DEL DISTRITO DE CARTAGENA

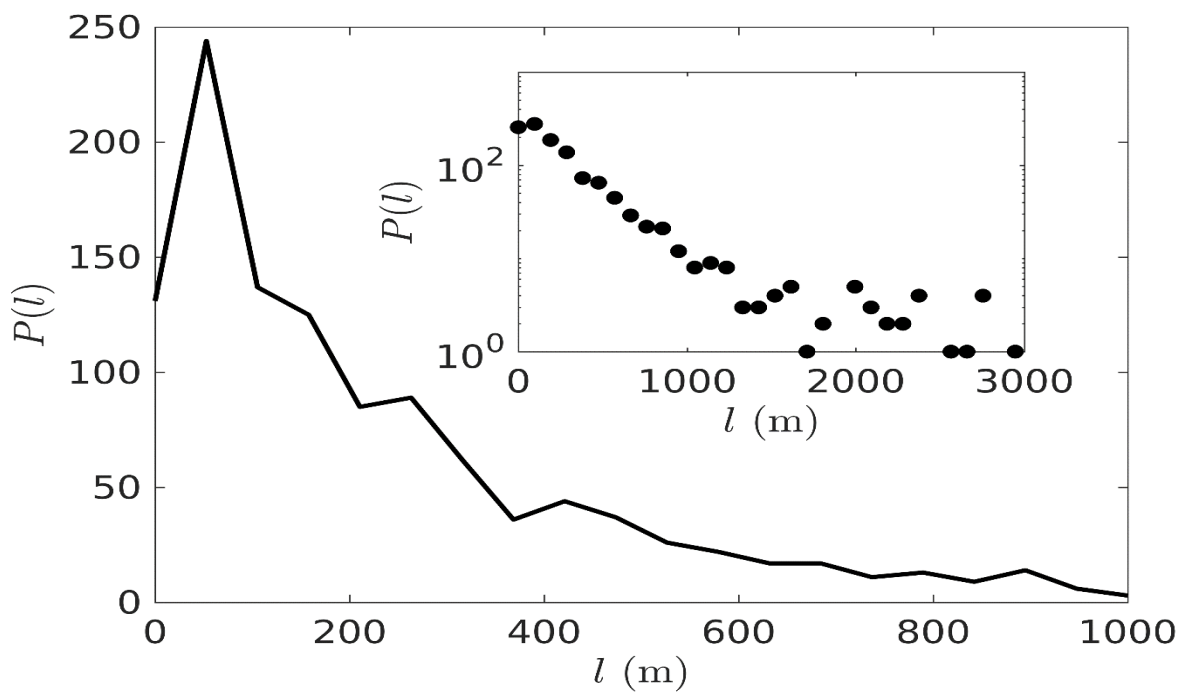


Fuente: Amézquita, Angulo y Valdés (2021), basado en OSM del sistema público de transporte TRANSCARIBE (2018), la Secretaria de Planeación Distrital (2018) y la Superintendencia de Puertos (2020)

Estos datos se importaron del OSM usando el software ARCGIS para poder obtener las redes de carreteras de la ciudad y del perímetro urbano (Amézquita-López, Valdés-Atencio & Angulo-García, 2021). Así se pudo obtener la denominada representación del grafo correspondiente (Barthélemy, 2011), donde las intersecciones son representadas por nodos y las avenidas o calles se representan como enlaces en el grafo.

El grafo resultante contiene 693 intersecciones o nodos y 1.208 enlaces o tramos de vía, al revisar la distribución de las calles conforme a su extensión en metros lineales, se deduce la extensión de las calles en Cartagena de Indias, son la mayoría de menos de 200 metros. Además, la escala logarítmica revela que la distribución decae exponencialmente, ratificando así que hay pocas calles que permitan un tráfico sin interrupciones o cruces, lo cual afecta las velocidades de circulación y aumenta la accidentalidad. Esto implica que los recorridos entre intersecciones son cortos, y eso es un factor determinante en la congestión interna de la ciudad.

FIGURA 35. DISTRIBUCIÓN DE LONGITUD DE CALLES DE LA RED VIAL DE CARTAGENA DE INDIAS



Fuente: Amézquita, Angulo y Valdés, 2021

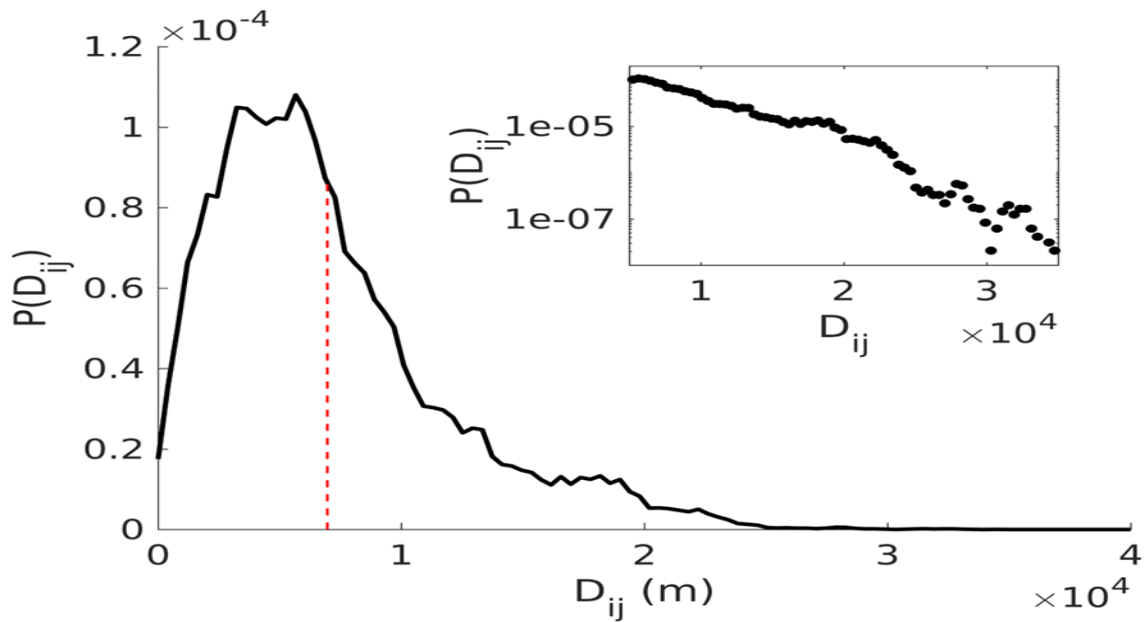
Este tipo de distribución estadística ha sido estudiado (Crucitti, Latora & Porta, 2006) en ciudades con una trayectoria de autoorganización que, en contraste con aquellas ciudades de crecimiento fuertemente planificado, refleja un desarrollo caótico o

espontáneo. Esta condición emergente puede reflejar una fisiografía muy accidentada o como es el caso de Cartagena de Indias con muchos complejos de islas, manglares y ciénagas, al tiempo que debilidades o descoordinación de competencias institucional y en los mecanismos de ordenamiento territorial. Esta condición de evolución caótica se expresa simultáneamente, en varios lugares de la ciudad y de su frontera, en forma de congestión vehicular, restricciones a la movilidad según las condiciones de vivienda y espacio público, patrones de comercio y distribución de mercancías, etc.

Adicionalmente, al estimar la distribución estadística de los circuitos entre nodos o intersecciones de la ciudad, es decir, todas las opciones que hay de trayectorias o caminos entre cualquier nodo o intersección para alcanzar cualquier otro nodo diferente en la red vial, es posible comprender que una contundente mayoría de los recorridos en la zona urbana de Cartagena de Indias son de menos de 1,0 kilómetros, lo cual indica que la ciudad puede ser más transitable a pie. Luego entonces se congestiona por condiciones de fragmentación o de accesibilidad del espacio público disponible para el peatón, y adicionalmente por una cultura de política pública proclive o sesgada hacia el automotor.

El anterior análisis sugiere que conviene revisar los determinantes en los accesos que impiden aminorar los flujos pendulares (entrada y salida), es decir, si la ciudad resulta poco transitable y que opciones hay, diferentes a la alternancia de vehículos (pico y placa de automotores), para disminuir estos flujos por carretera.

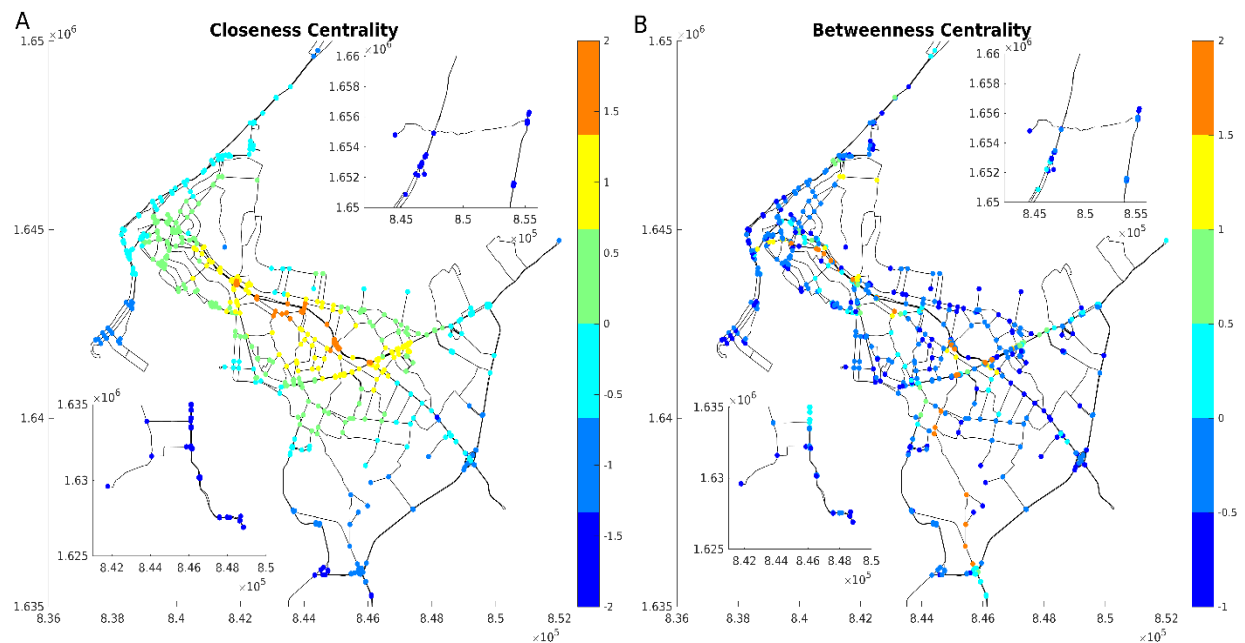
FIGURA 36. DISTRIBUCIÓN DE LONGITUD DE CALLES DE LA RED VIAL DE CARTAGENA DE INDIAS



Fuente: Amézquita, Angulo y Valdés, 2021

Retornando a la representación del grafo, analicemos los indicadores topológicos (Çolak et al., 2013; Jayasinghe, Sano & Nishiuchi 2015; López Lara, 1988) de centralidad por proximidad (*Closeness Centrality*) y de centralidad por conmutación (*Betweenness Centrality*), cuyos resultados se ilustran en la siguiente figura:

FIGURA 37. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MEDIDAS DE CENTRALIDAD EN LA RED VIAL DE CARTAGENA DE INDIAS



Fuente: Amézquita, Ángulo y Valdés, 2021.

La interpretación de los indicadores de intensidad de color en los nodos va de mayor intensidad (rojo) hacia menor intensidad (azul). Para el caso de la *centralidad por proximidad* significa que los nodos más rojos son de mayor importancia en la integridad o vulnerabilidad de la red, es decir esos nodos dividen el grafo en dos. Esto en términos coloquiales equivale a que un bloqueo o un accidente en esos nodos tiene mayor impacto en desintegrar o bloquear la red. Y como se puede constatar los nodos más vulnerables están en la vía troncal principal de la ciudad (Avenida Pedro de Heredia) que inicia en el acceso del Puente de Turbaco y conduce hasta el centro histórico. La experiencia cotidiana enseña que estos son los lugares predilectos para las marchas y protestas sociales, porque paralizan el

tráfico en la ciudad y hacen visible ante los medios y el resto de la ciudadanía cualquier manifestación.

El segundo indicador, *centralidad por conmutación*, refleja los nodos o intersecciones donde hay más opciones de cambio de dirección u oportunidades de trasbordo. Lo que refleja la imagen espacial es que hay pocos nodos de conmutación en la periferia, y la mayoría está nuevamente sobre la única troncal de la ciudad, y eso limita las opciones de los pobladores y visitantes. Adicionalmente, en los nodos más relevantes identificados se observa insuficiente espacio público para instalaciones de trasbordo peatón- bicicleta, bicicleta- buses, parqueo de motos y automóviles junto o próximo a las estaciones de SITM TRANSCARIBE, y otras combinaciones. El otro hallazgo es conforme a las opciones de conmutación o trasbordo sobre la trayectoria del corredor de carga, una vez entras o sales por el mencionado corredor de carga de 19 kilómetros hasta llegar a la SRP Cartagena de Indias en Manga (Peaje interno Bazurto), no tienes opciones de cambio de dirección.

Recapitulando sobre las implicaciones de estos cálculos derivados de la configuración de la trama vial, respecto a los cuatro nodos de acceso en la frontera (Puente de Turbaco, Rotonda el Pozón – La India, Las Ramblas vía la mar, Bomba Brío - Policarpa), se puede constatar que estos nodos a la escala analizada resultan valorados de jerarquía inferior en términos de centralidad y conmutación, lo cual se interpreta como que la forma y conexión desde estos accesos no brinda opciones para distribuir los flujos hacia el interior de Cartagena de Indias.

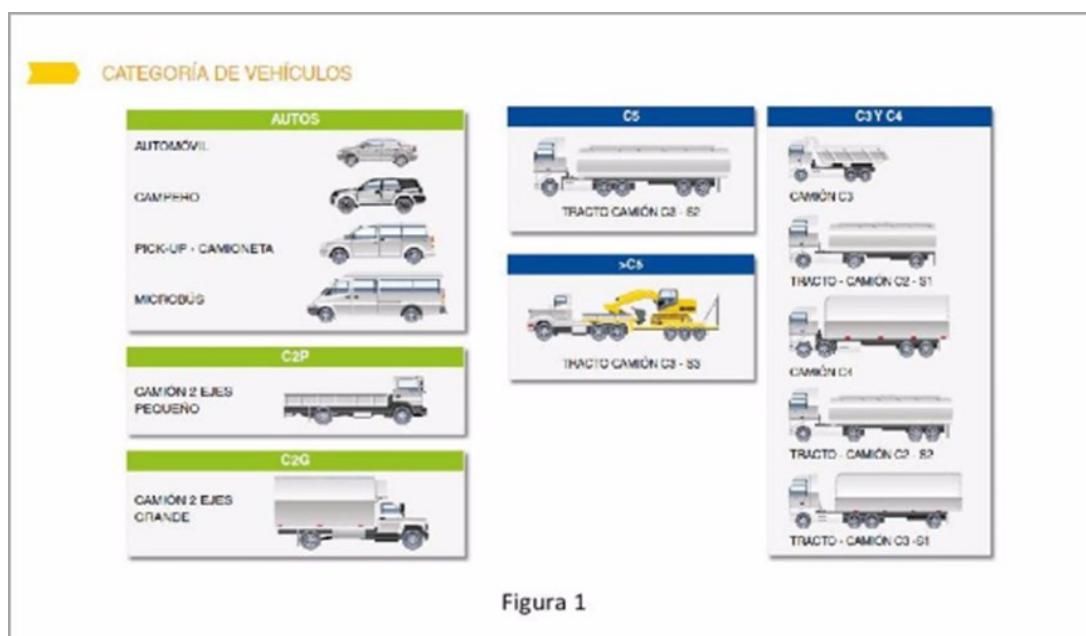
4.6. Análisis de flujos por los accesos de frontera intermunicipal

Este subcapítulo caracteriza la evolución de flujos interurbanos de personas y de carga para razonar tendencias y valorar la simultaneidad o independencia en las variaciones de agregados de desplazamiento. Los sucesos de esta línea de tiempo se consideran un efecto o resultado por lo cual constituyen en la hipótesis de esta investigación los valores a analizar en función de los cambios en la configuración de los accesos.

4.6.1. Series de tiempo de flujos de frontera según tipología de vehículos

El análisis histórico de los flujos de frontera deberá separar los flujos correspondientes a la carga de los pasajeros. Por tanto, la tipología de los vehículos sirve al propósito de dicha diferenciación. En Colombia, para efectos de regulación de tránsito y tarifas relacionadas con transporte, el flujo vehicular en Colombia se clasifica para vehículos de 4 ruedas o más, conforme a la siguiente tipología, que excluye las motos, las cuales están exentas de pago de peaje:

FIGURA 38. TIPOLOGÍA DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO Y MÁS RUEDAS



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura, 2019.

Dicha tipología de vehículos se describe en la siguiente tabla, conforme a metodología de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI:

TABLA 2. TIPOLOGÍA DE VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR DISTRITO DE CARTAGENA

	Descripción	Aplican área de estudio
Categoría I	Automóviles, camperos y camionetas	Si
Categoría II	Buses, busetas y microbuses con eje trasero de doble llanta	Si
Categoría III	Camiones pequeños de dos ejes	Si
Categoría IV	Camiones grandes de dos ejes	Si
Categoría V	Camiones de tres y cuatro ejes	Si
Categoría VI	Camiones de cinco ejes	Si

Categoría VII	Camiones de seis ejes o más	Si
Categoría VIII - IX	Vehículos servicio público (Peaje Siberia)	No
IE-10	Vehículos tarifa especial (Peaje Paraguachón)	No
IEE - IEEE	Vehículos tarifa especial (Peajes Pipiral, Naranjal, Boquerón I y Boquerón II)	No
IIA	Vehículos tarifa especial (Peaje Patios)	No
E.A	Eje adicional	Si
E.G	Eje grúa	Si
E.R	Eje adicional remolque	Si
E.C	Eje cañero	No

Fuente: Adaptado de MINTRANSPORTE, 2019

Considerando esta clasificación, se procesaron los datos reportados al Ministerio de Transporte por los peajes de las concesiones en el área de interés, que no registran las motos debido a estar exentas de dicho pago. La distinción posterior en el análisis los vehículos C1 y C2 corresponden a flujos de personas, las categorías C3 y C4 son de carga liviana o de distribución urbana, y los de C5 y más estarán relacionados con la carga portuaria o de mayor volumen o peso.

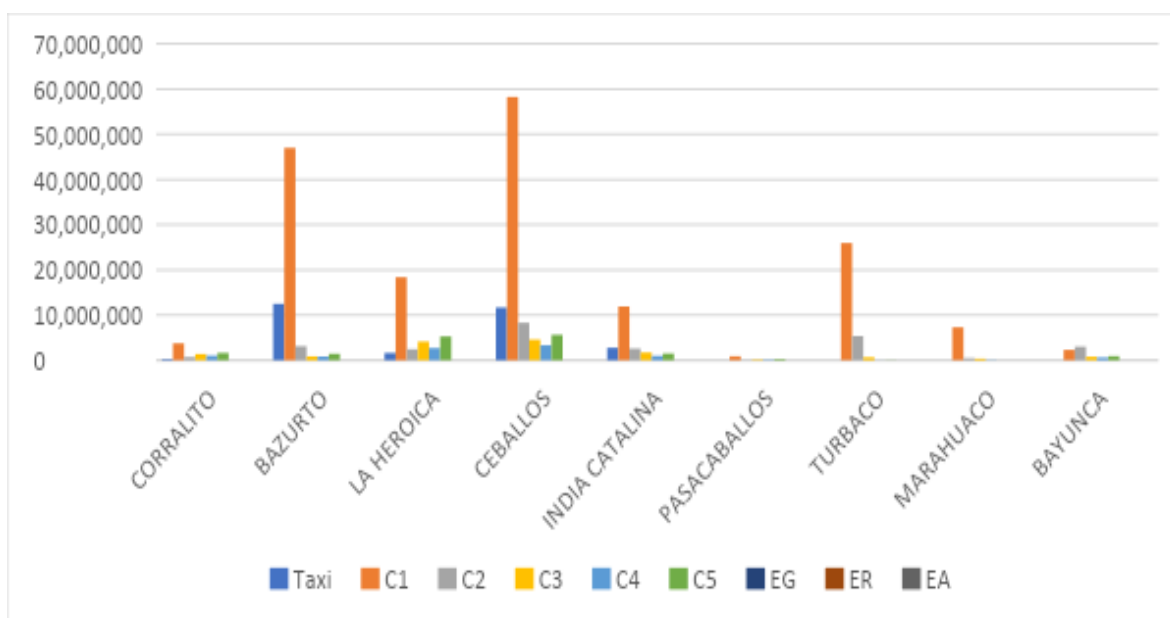
Una primera observación relevante para el tratamiento de estos datos es referente a que la fuente no discrimina el sentido del flujo en el peaje. Por tanto, los datos son acumulados sin distinción de si corresponden a entrada o salida desde Cartagena de Indias. Esto nos limita a opinar sobre la intensidad del flujo, pero no sobre su dirección o sentido.

Una segunda observación es sobre la interpretación del tráfico de frontera es por vías nacionales, o sea que se mezcla el tráfico con los municipios vecinos y los provenientes de otras regiones o lugares del territorio colombiano.

Durante el periodo de estudio 2009 a 2019 se inicia operaciones en el peaje de Turbaco (2013) y el de pasacaballos (2017) y se retira el peaje de India Catalina (2014) que estaba localizado en zona urbana de Cartagena de Indias, y era redundante con Ceballos.

En un intervalo de 17 años (2001 a 2018), contabilizados según la estadística de peajes, se puede inferir que el flujo de vehículos contabilizados o registrados en los peajes creció 49 veces (de 469.909 en 2001 a 26.186.887 en 2018), con la advertencia de que no todos los peajes operaron en el lapso. Por tanto, no están contabilizados simultáneamente los movimientos totales y esto impide confirmar equivalencia con el flujo total de frontera. Considerando la misma premisa sobre el tratamiento de información para el lapso de 2001 a 2019, lo que sí podemos inferir es que la proporción de tipo de vehículo nos relata o insinúa la especialización de flujos, según su localización en el mapa:

FIGURA 39. VOLUMEN AGREGADO DE TRÁFICO POR TIPO DE VEHÍCULO 2001-2019



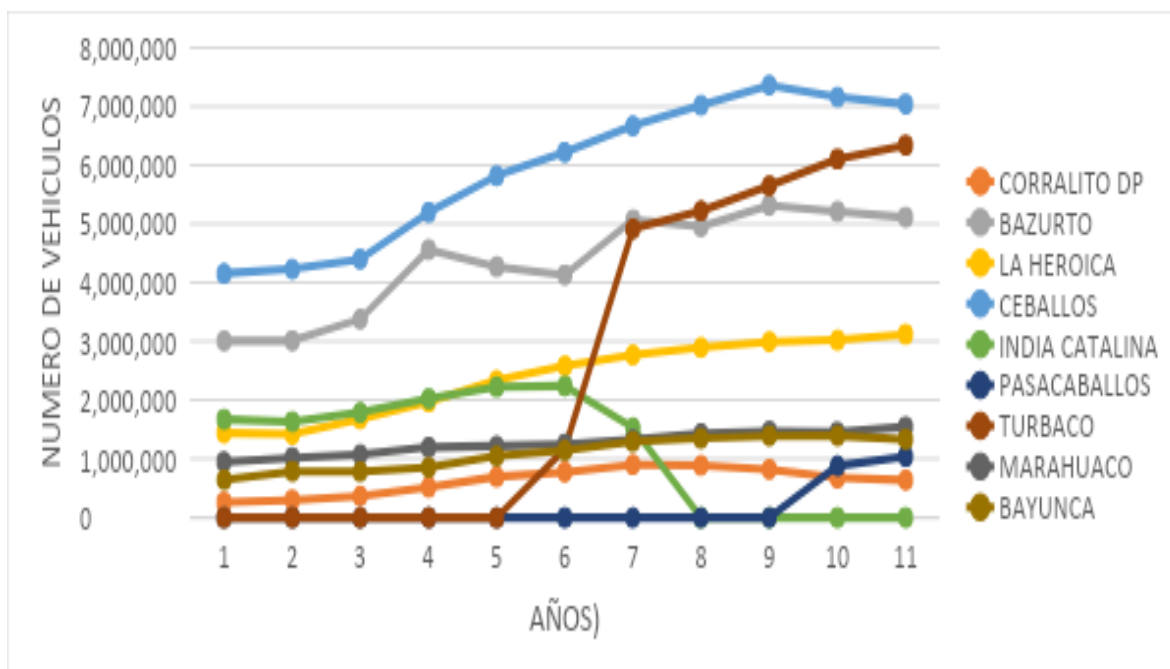
Fuente: Cálculo de J. Amézquita basado en estadísticas de Mintransporte - ANI (2020)

Se deduce entonces que el acceso a corredor de carga (peaje Corralito + peaje La Heroica) en realidad tiene una mezcla de pasajeros y carga. Los cálculos comparados de la ventana de tiempo de 2001 a 2017 por este acceso por el sector Industrial de Mamonal indican que, en el acumulado durante su operación, la proporción de automóviles y taxis es aproximadamente de tres por cada dos tractocamiones, mientras que ha circulado un bus o microbús por cada cinco tractocamiones.

Para una comprensión general de la proporción de flujos de vehículos que circularon por la frontera interurbana de Cartagena en todos los accesos en el periodo de estudio, es necesario precisar que, entre 2009 y 2019, sucedieron los eventos o hitos mencionados¹² en la sección anterior sobre configuración de accesos de evolución. Por tanto, conviene comparar proporciones en un periodo de tiempo (2014 a 2017) en “*estado estable*”, es decir sin interrupciones en los accesos.

¹² En 2013 entra a funcionar el peaje de Turbaco, y las cifras de interacción se calculan hasta 2019 a niveles comparables con las de los peajes internos. Fueron más de 6 millones de movimientos o cruces de frontera anuales.

FIGURA 40. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE TRÁFICO ANUAL DE VEHÍCULOS POR LOS PEAJES (2009-2019)



Fuente: Cálculo de J. Amézquita basado en Estadísticas de Mintransporte - ANI (2020)

Para poder dar contexto a las cifras en estudio, hay que considerar que ocurrieron dos eventos sincrónicos en 2014, al desmontarse el peaje India Catalina localizado al interior de la zona urbana, unos pocos meses después se activaba el peaje de Turbaco en la zona periurbana de Cartagena. Por tanto, el periodo 2014 a 2017 tiene una

TABLA 3. VOLUMEN AGREGADO DE TRÁFICO ENTRE PERIODOS POR LA FRONTERA

Peajes de frontera o limite perirubano de Cartagena de Indias				
Accesos	2009 a 2019	%	2014 a 2017	%
CORRALITO DP + LA HEROICA	36.987.489	38%	14.983.235	31%
TURBACO	33.184.859	34%	21.909.748	46%
MARAHUACO	14.917.374	15%	5.692.014	12%
BAYUNCA	12.839.201	13%	5.431.771	11%
Total	97.928.923	100%	48.016.768	100%

Fuente: Cálculo de Julio Amézquita a partir de datos Mintransporte, 2021

La interpretación de estos índices o proporciones, en condiciones de *estado estable* del sistema de frontera, nos refiere lo siguiente:

- Por el litoral hacia el norte, por Santa Catalina y Clemencia hacia Barranquilla (Marahuaco y Bayunca), los volúmenes de flujos son el 23%, y el 77% restante permea la frontera por el sur de la ciudad (Turbaco y Mamonal), lo cual ratifica que el flujo hacia el canal del Dique y el interior del país es más demandante que hacia el norte.
- También esta proporción concede indicios hacia dónde se extiende la influencia del enclave portuario o Hinterland.
- El flujo por Turbaco representó el 46% de las incidencias sobre Cartagena de Indias, mientras que hacia el sector de Mamonal se transfiere el 31% de los intercambios de frontera.

El efecto de los peajes internos (no periféricos o de frontera) al sistema urbano (Peaje Ceballos y Peaje Bazurto) ha sido el protagonista de manifestaciones y protesta social durante sus años de funcionamiento. Finalmente, ambos cesaron sus operaciones durante 2020 debido a la potencia de la protesta social y bloqueos de los ciudadanos a los mismos, con ocasión del vencimiento de términos legales de la concesión. El siguiente comparativo (Tabla 4) demuestra lo inequitativo y costoso que resultó para la movilidad de las personas esta estructura de financiamiento impuesta por el mecanismo de Concesiones de peajes.

Para los itinerarios de los residentes en Cartagena de Indias la concesión vial significó que, por cada taxi que circuló por la frontera peri-urbana, hubo doce (12) que cotidianamente pagaron peaje sin salir de la ciudad. Para los automóviles particulares la penalidad sobre sus itinerarios fue para cada tres vehículos por cada uno en circulación efectiva por el corredor hacia el perímetro urbano en sector de Mamonal. Nótese que el indicador manifiesta que el uso del corredor para los

vehículos de carga es más consecuente con itinerarios de logística regional o internacional, es decir los vehículos de carga pagaron por actividad vinculado a su negocio de transporte (por eso la relación de 1 a a1).

TABLA 4. TRÁFICO URBANO VERSUS FRONTERIZO O PERIFÉRICO POR CORREDOR DE CARGA (2013 – 2019)

	Sumatorias de tráfico vehículos por corredor de carga				
Categoría Vehículo	taxi	c1	C2	C3 y más	Total
Acceso por peaje Corralito + Peaje La Heroica	1.492.424	18.848.000	2.814.237	12.951.246	36.105.907
Por peajes internos (Ceballos + Bazurto)	19.639.159	84.652.375	7.576.705	12.395.336	124.263.575
Proporción flujo Urbano/fronterizo por corredor de carga	13	4	3	1	3

Fuente: Cálculo de J. Amézquita basado en estadísticas de Mintransporte - ANI (2020)

En el caso del acceso por Turbaco, han transitado principalmente vehículos de pasajeros y carga liviana, los desplazamientos de taxis y automóviles han superado durante su historia de operación, una proporción de 36 a uno a los vehículos de carga pesada y en 4,8 veces a los buses y microbuses.

4.6.2. Muestreo de tráfico por accesos en horarios de alta afluencia

Estos datos de muestreo del Anexo D de “Análisis de resultados por muestreo de caracterización de tráfico en los accesos periurbanos” fueron obtenidos mediante trabajo de campo durante un intervalo de tres semanas entre julio y agosto de 2021. El propósito principal de esta tarea de recolección de datos en campo no pretendía hacer inferencia estadística representativa, pero si suplir la falta de monitoreo de datos sobre el tránsito de frontera y en particular determinar comparativamente el flujo de motos, el cual no es registrado en peajes, frente a los demás vehículos. Adicionalmente, se requiere tener observación directa y contabilizar los movimientos en las horas de mayor afluencia y congestión en la frontera, permitiendo presenciar pautas de trasbordo, lugares de parqueo y otras incidencias o manifestaciones de interés.

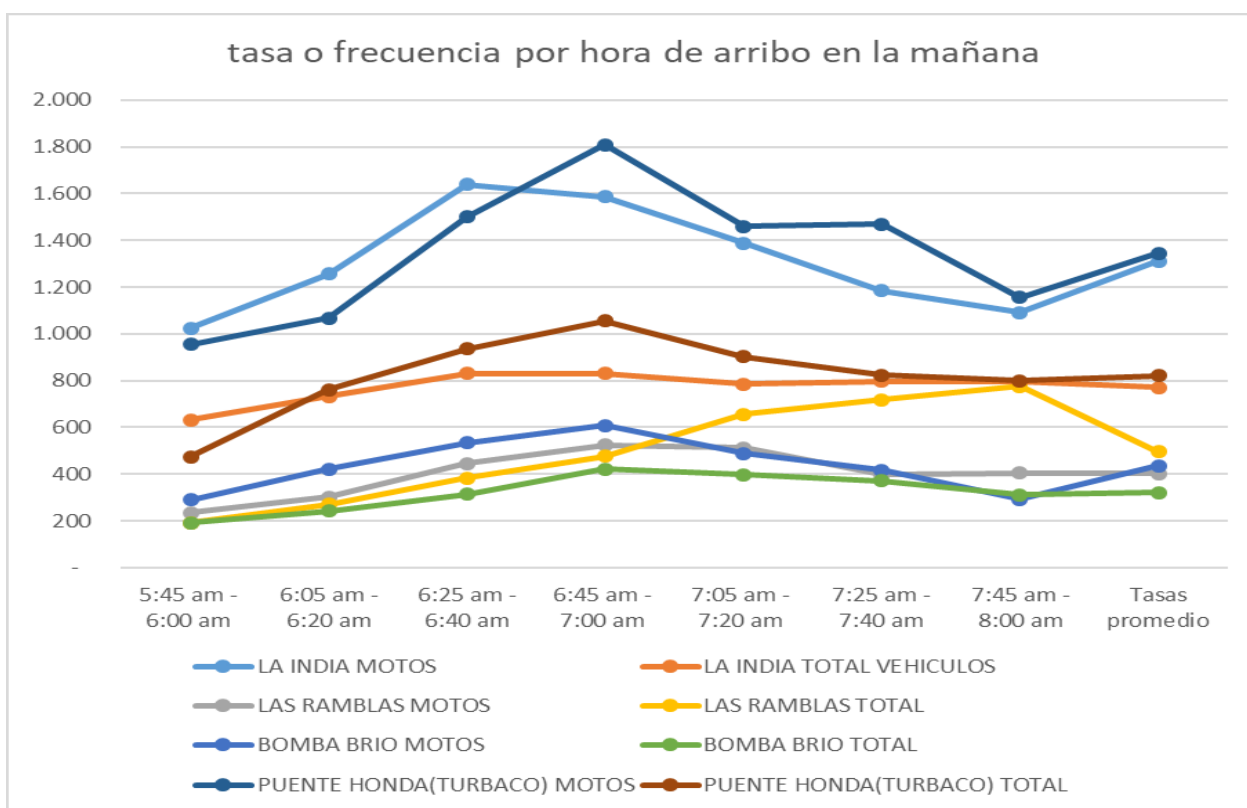
Habiendo expuesto la evolución histórica de los flujos de frontera en el perímetro de Cartagena de Indias por los cuatro accesos terrestres, en el *Anexo D* se muestra como varían en el intervalo de una semana *típica*, el tráfico por tipo de vehículos, incluyendo las motos que no contabilizaron los peajes, a partir de un muestreo de tráfico realizado en los lugares de trasbordo correspondiente a cada zona de acceso.

Lo más útil de estos datos es que podemos comparar el tráfico de motos con el resto de vehículos, y ello cuando no conocemos el origen de los dos principales flujos de tráfico (por vía Norte desde el peaje de Bayunca y por el Sur el peaje de Turbaco), es decir, cuánto proviene del municipio vecino y cuánto viene desde más lejos. En este sentido, el flujo o intensidad de desplazamientos de motos está relacionado en mayor medida con desplazamientos de mayor cercanía, y dadas las relaciones de entrada/salida podemos inferir que son flujos pendulares (de ida y venida) de pobladores de municipios vecinos.

La comparación de las tasas promedio semanal de llegada en la mañana calculadas a partir de los datos de muestreo del Anexo D nos muestran que la mayor congestión se da entre las 6:25 y las 7:05 de la mañana, y que superan entre un 35% a un 78% la salida de motos en esos mismos horarios (Ver Figura 39).

Para el caso de los dos accesos con mayor volumen de tráfico (Turbaco - El Rodeo y La India - Rotonda El Pozón), hay una proporción de 3 motos frente a 2 vehículos del resto de tipologías (automóviles, taxis, buses, camiones, etc.).

FIGURA 41. COMPARACIÓN DE FRECUENCIAS PROMEDIO SEMANAL DE LLEGADAS EN LA MAÑANA POR ACCESO (MOTOS VS RESTO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Cálculo de J. Amézquita basado en trabajo de campo (2021).

Para el caso del acceso por Rotonda El Pozón- La India (Conexión vía la Cordialidad con Santa Rosa, Clemencia y Santa Catalina hacia el Norte, y corregimiento de Bayunca) la mayor diferencia entre el número de motos respecto a los demás vehículos en flujo de entrada se da sábado por la mañana (1,76 veces), mientras que la mayor diferencia de entrada en la tarde se da el lunes (1,91 veces).

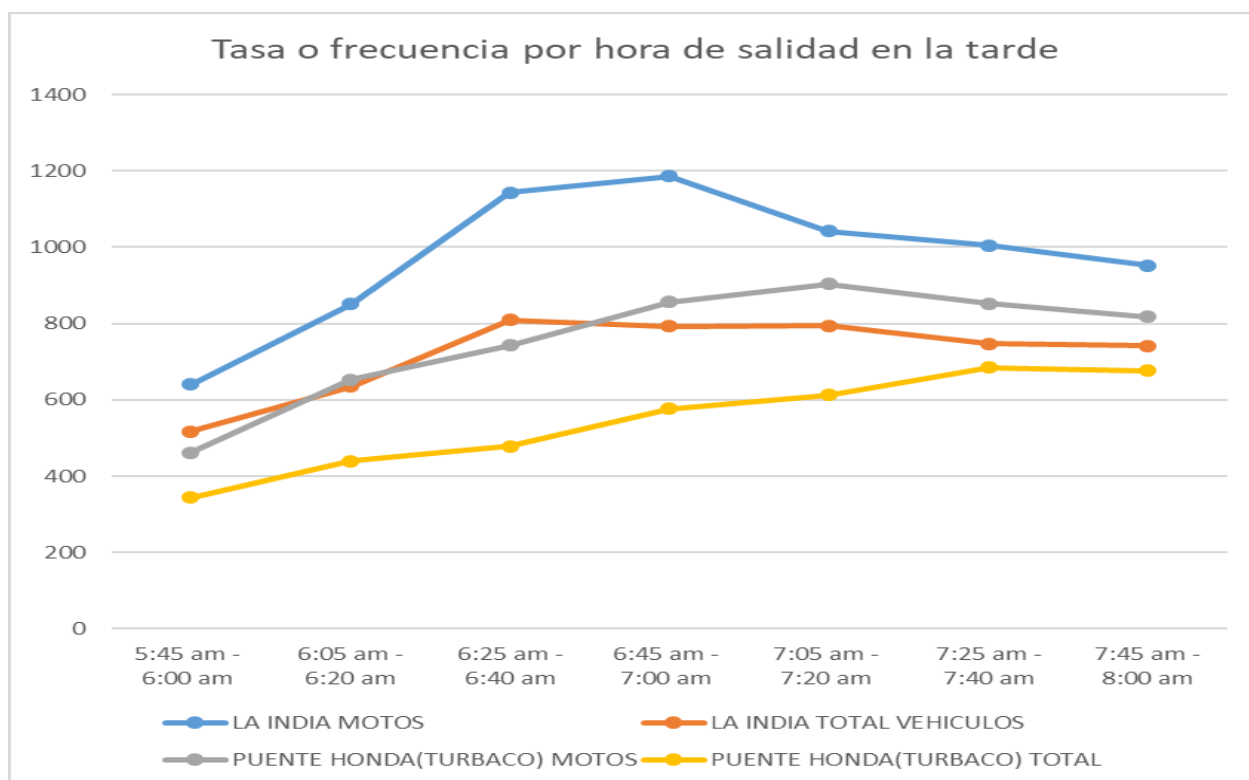
Las mayores diferencias entre el número de motos respecto además vehículos en flujo de salida se da el lunes por la mañana (1,75 veces), mientras que la mayor diferencia de salida en la tarde se da el jueves (1,73 veces).

Principalmente lo inesperado de este punto es que el día con menos flujo fue el lunes, pero que marca su diferencia en la salida de motos en la mañana y entrada de motos en la tarde.

Para el caso del punto de acceso denominado “Puente Honda” o Puente de Turbaco, se evidencia que, para la jornada tanto de la tarde como en la mañana de entrada y salida de la ciudad para todos los días de la semana, la cantidad de motos supera al resto de vehículos, donde se evidencia una notable diferencia. La tasa comparativa entre las motos y el resto de los vehículos llega a ser hasta de 1,8 veces, es decir que las motos son hasta 1,8 veces mayores en cantidad sobre el resto de los vehículos en un mismo día y jornada.

El día con mayor flujo de vehículos es el martes donde se contabilizan 2.781 motos de entrada a la ciudad y 1.543 motos de salida en la mañana. Y el día con menor flujo en este punto es el viernes donde se contabilizaron 2.375 motos de entrada y 1.408 motos de salida en la mañana. Luego, el volumen de motos diarias que se mueve en las 3 horas pico de la mañana supera la tasa de 3.700 motos por hora en cualquier sentido de la vía. Esto implica que durante esas tres horas al menos hay 11.100 motos desplazándose por los cuatro accesos del borde o frontera intermunicipal.

FIGURA 42. COMPARACIÓN DE FRECUENCIAS PROMEDIO SEMANAL DE SALIDAS POR LA TARDE POR ACCESO (MOTOS VS RESTO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Cálculo de J. Amézquita basado en estadísticas de Mintransporte - ANI (2020)

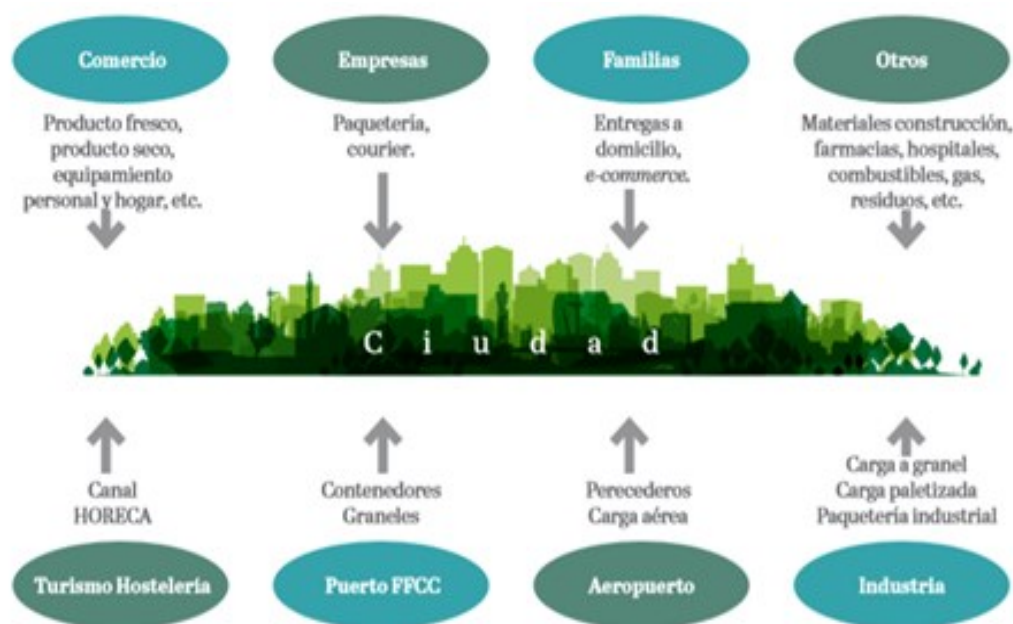
4.7. Influencia de la operación logística portuaria y del turismo en los flujos

Hemos analizado hasta ahora aspectos del contexto regional de carácter político - espacial, la evolución en la configuración o topología a varias escalas de la trama vial en la frontera de Cartagena de Indias, los perfiles de los transeúntes que residen en el área de estudio, así como sus medios de transporte, pautas y comportamientos en los itinerarios, condiciones habilitantes o limitante para la movilidad que restringen en los lugares de trasbordo.

Nos atañe ahora revisar y comprender la influencia de los enclaves portuarios y turísticos ubicados en el distrito de Cartagena de Indias sobre la movilidad cotidiana de frontera de las personas. Algunos aspectos de la incidencia de la operación portuaria con vinculación a rutas de navieras globales sobre la logística de distribución local de mercancía y de servicios personales (incluyendo el transporte público urbano) que se exponen en esta sección, se detallan en el *Anexo C*.

En suma, un enclave portuario potencia la generación o atracción de flujos de mercancías de importación y exportación, con múltiples y diversas cadenas logísticas, afectando diversas escalas territoriales. Los hallazgos iniciales sobre la incidencia o influencia del puerto en la logística urbana de servicios personales relacionada con distribución local de mercancías y transporte público urbano se relacionan con diversos grupos de interés:

FIGURA 43. GRUPOS DE INTERÉS ASOCIADOS A DIFERENTES CADENAS LOGÍSTICAS QUE CONVIVEN EN CARTAGENA DE INDIAS



Fuente: Guía de Buenas prácticas en logística urbana sostenible y segura. CAF, 2019.

Frente a esta ilustración de la Corporación Andina de Fomento (Rojas, Castrellón & Segura 2018), es relevante hacer notar que, aunque aparece el puerto y su flujo de contenedores y gráneles como un actor más dentro del concierto de grupos de interés, es el enclave portuario quien enlaza los intereses internacionales y nacionales, no solo en virtud de ser el nodo principal de comercio exterior, sino en términos de su incidencia en política y en el desarrollo local. Los dos terminales que explican el 79% de la operación le pertenecen a Grupo Puerto de Cartagena (SRPC), cuyo primer enclave se localiza en la Isla de Manga, y este terminal pasó en 1993 a ser concesionado a la SRPC por 40 años, bajo el compromiso de realizar inversiones de acuerdo con un Plan Maestro de Desarrollo, en 2007 se vinculó el terminal a las líneas de cruceros, y en 2008 inaugura su segunda Terminal identificada como CONTECAR¹³.

Existen otros circuitos de abastecimiento y distribución que congestionan simultáneamente al no estar vinculados a la misma cadena logística: Primero, el mercado público de Bazurto, principal centro de abastos y de comercio minorista (*retail*) de perecederos de Cartagena de Indias, que además se localiza a menos de 1,5 kilómetro de la SRP Cartagena de Indias (muelle de contenedores y cruceros de turismo) y de COMPAS SA (muelle de contenedores). Segundo, el centro histórico con flujos de turismo provenientes del Aeropuerto localizado en zona urbana (Barrio Crespo), y del muelle de cruceros de SPR Cartagena de Indias en Manga.

El aumento del volumen de carga de trasbordo y las limitaciones de espacio en muelles encarece el costo de almacenamiento en áreas adyacentes a los muelles, afectando los costos logísticos al generador de carga nacional y al importador, con

¹³ Fuente: <https://www.puertocartagena.com/es/empresas-de-la-organizacion/contecar>

un efecto de desplazamiento sobre otras actividades urbanas, por la demanda de bodegaje, de patio de contenedores y de parqueo de vehículos de carga.

El “corredor de carga” debido a su propia configuración se ha vuelto el cuello de botella para todos los grupos de interés afectados por la movilidad en el distrito. Luego, la eficiencia de la operación terrestre depende de la implementación de un plan maestro de movilidad que demanda estrategias e inversiones intermodales bajo la coordinación de la Alcaldía Distrital, sin suficientes fuentes de financiamiento y capacidades para este propósito.

El esquema de concesión actual o tiene alcance ni propósito de inversión para aumentar su capacidad real para absorber la congestión creciente. Esta solución institucional en beneficio de consorcios privados tiende a cercenar la oportunidad y capacidad de gestión pública e inversión local disciplinada a largo plazo basada en ordenamiento territorial de las áreas urbanas y de expansión metropolitana yuxtapuestas al *hinterland* del puerto.

4.8. Modelo interpretativo de la dinámica de la movilidad y análisis de correspondencia

Tras analizarse en los subcapítulos anteriores diferentes manifestaciones y los posibles determinantes que inciden sobre la movilidad periurbana en este nuevo recurriremos al modelado basados en agentes para interpretar la correspondencia de los hallazgos empíricos descritos en las secciones anteriores en función de su correspondencia con la trama vial.

En este sentido, el test de Chow es normalmente usado en el análisis de series de tiempo para probar la presencia de un cambio estructural, lo cual conviene a nuestro propósito de revisar si la progresión o evolución de los movimientos registrados en

peajes delatan un cambio de régimen. Para nuestro caso, deseamos comprobar la hipótesis si hay correspondencia entre el cambio de configuración en la infraestructura física y los flujos de desplazamiento de frontera:

FIGURA 44. PRUEBA DE CHOW

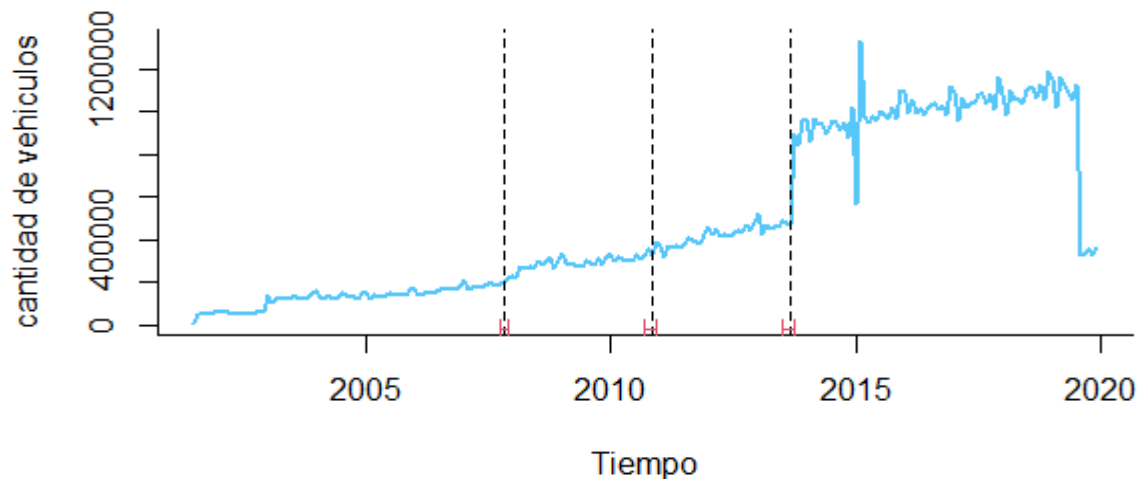
`supF test`

```
data: mod  
sup.F = 1107.9, p-value < 2.2e-16
```

El P-valor, nivel de significancia, presenta valores inferiores al 5%. Por tal motivo se debe rechazar la hipótesis nula, indicando que el flujo vehicular de los peajes es susceptible a quiebre estructural validando la hipótesis planteada acerca de la correlación cambio en estructura física y flujo.

Un segundo aspecto, que hemos discutido previamente, es si hay evidencia de cambios de régimen en los flujos conforme a momentos o hitos claves en la reciente historia de la configuración de accesos o en intervenciones relevantes en Cartagena de Indias. Para ello comparamos las series de datos históricos constituidos por vehículos carga y pasajeros en los peajes de los accesos.

FIGURA 45. VERIFICACIÓN DE RÉGIMEN DE FLUJO VEHICULAR POR PEAJES PERIURBANOS



Fuente: Elaboración propia con base ANI

Se observa que la serie se divide en cuatro segmentos de partición consecuencia de los tres cambios estructurales más relevantes en la serie. Esta serie es el sumatorio total de flujo de vehículo de carga y no carga (pasajeros) en la localidad.

FIGURA 46. INTERVALOS DE CONFIANZA DE QUIEBRES ESTRUCTURALES

Corresponding to breakdates:		
2.5 %	breakpoints	97.5 %
1 2007(10)	2007(11)	2007(12)
2 2010(9)	2010(11)	2010(12)
3 2013(7)	2013(9)	2013(10)

Fuente: Elaboración propia con base ANI

Con un nivel de la confianza del 95% aquí se establecen las fechas críticas en 2007, 2010 y 2013, de cambio de tendencia de la serie temporal de flujos vehiculares para las zonas relevantes de análisis.

El segundo periodo (2007-2011) coincide con el periodo de adecuación de grandes tramos en la Avenida Pedro de Heredia para poner en marcha el SITM TRANSCARIBE, el cual finalmente empezó a operar en 2015.

El tercer periodo (2011-2014) concuerda con una fase pre-operativa del SITM TRANSCARIBE, pero el cuarto periodo coincide en su inicio con la entrada en funcionamiento del peaje o control de paso de Turbaco. Se debe tener en cuenta el rezago con el cual estos cambios estructurales afecta la tendencia de la serie, es decir que una intervención pública genera un disturbio transitorio en los flujos, pero solo hasta semanas o meses después se estabiliza la tendencia.

A continuación, se verifica si existe evidencia de correspondencia conforme a la fecha de inicio de operaciones de los tres determinantes (Intervenciones suscitadas en el periodo) de cambios en los flujos de movilidad por frontera de los vehículos vinculados a pasajeros (taxis, automóviles y buses):

FIGURA 47. MODELO ANOVA 1, FLUJO VEHICULAR DE PASAJEROS

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
`DUMMY 1`	1	2.587e+13	2.587e+13	1604.173	< 2e-16	***
`DUMMY 2`	1	7.486e+10	7.486e+10	4.642	0.0323	*
`DUMMY 3`	1	3.892e+11	3.892e+11	24.138	1.76e-06	***
Residuals	218	3.516e+12	1.613e+10			

signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'
				0.05	'.'	0.1
						' ' 1

Fuente: Elaboración propia con base ANI

La tabla ANOVA revela que los cambios estructurales correspondientes al flujo de vehículos de pasajeros. Se observa que la DUMMY 1 correspondiente inicio de

operación del peaje Turbaco es significativa, así como DUMMY 2 correspondiente a TRANSCARIBE también es significativa, sin embargo, el evento correspondiente al Viaducto de la paz (DUMMY 3), no es estadísticamente significativo para este flujo.

Para contrastar con la serie de tiempos de vehículos de carga en los cinco (5) peajes de frontera, se estima condición de Pr ($0.05 \geq F$):

FIGURA 48. MODELO ANOVA 2, FLUJO VEHICULAR DE CARGA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
`DUMMY 1`	1	3.676e+11	3.676e+11	638.771	<2e-16	***
`DUMMY 2`	1	5.735e+05	5.735e+05	0.001	0.975	
`DUMMY 3`	1	9.742e+07	9.742e+07	0.169	0.681	
Residuals	218	1.255e+11	5.755e+08			

En caso del transporte de carga, solo el evento del peaje de Turbaco resultó ser estadísticamente significativo. Los demás eventos relacionados con cambio por que se consideran determinantes en ese periodo no inciden en un cambio estructural respecto al régimen de flujos de carga.

Estos resultados comprueban la mayor incidencia de los cambios en infraestructura de vías nacionales, como es el caso del peaje o control de paso, respecto a aquellos factores relacionados con la conectividad interna del área urbana. Una consecuencia es que las soluciones de congestión en Cartagena, dada la trayectoria y conectividad actual se resolverán a futuro mediante estrategias metropolitanas y revalorizando la intervención en los accesos.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Confrontaremos seguidamente los resultados de investigación frente a los interrogantes e hipótesis que nos planteamos inicialmente.

Sobre la caracterización de los transeúntes entre Cartagena y su área de influencia, basados en la muestra de 202 encuestados, 54% de ellos mujeres, se encuentra que el 43% reside en Cartagena y el resto en municipios vecinos, y los perfiles ocupacionales más frecuentes son estudiantes o empleados. Y suelen frecuentar mayormente los accesos en su orden, por Turbaco y por la vía de la Cordialidad, en los cuales tres de cada cuatro personas realizan al menos uno de los dos y hasta tres transbordos o cambios de vehículo, en su itinerario cotidiano.

Mientras que los lugares de trasbordos perimetral o de frontera tiene bajos índices de centralidad por proximidad (*Closeness Centrality*) y de centralidad por conmutación (*Betweenness Centrality*), los lugares preferidos de transbordo en área urbana suelen realizarse en Bomba El Amparo, Terminal de Buses y Bomba El Gallo, lugares próximos entre sí y que, simultáneamente, resultan ser nodos de centralidad de proximidad, lo cual empeora su tendencia a congestionarse.

Sobre los residentes en municipios vecinos, estos viajan con mayor frecuencia semanal en sentido hacia Cartagena por el acceso de Turbaco, por donde transitan dos de cada tres personas de la muestra. Las diferencias de datos provenientes del muestreo de tráfico entre flujos semanales de motos por la mañana frente a la tarde, nos indican que una parte de los residentes de municipios vecinos, indeterminada con los instrumentos usados en este estudio, pernocta al menos una noche en la semana, o cambia a un vehículo diferente a la moto para el retorno a su municipio por la tarde.

El análisis del tráfico de las motos refleja una creciente contradicción entre el diseño de la política de movilidad y los resultados y efectos alcanzados: La política nacional para el comercio y los puertos privilegia la carga y establece una serie de corredores de gran capacidad. Esas mismas vías son utilizadas por los pobladores rurales cerca de los puertos para poder moverse y su vehículo más económico y conveniente es la moto considerando la restricción del peaje y el fenómeno de percolación en las vías congestionadas por ser un vehículo más pequeño. Al tiempo que el peaje ha condicionado el uso de la moto como el medio más económico, en la política distrital el exceso de las motos se ha vinculado a una política de restricción.

Analizando la relevancia comparativa del acceso a Turbaco, localizado en la zona de conurbación, es el más demandado pero carece de equipamientos adecuados y espacio público conexo a los paraderos y zonas de conmutación o cambio de vehículo para atender los flujos de entrada a la ciudad, y las extensas colas de espera que se generan en los paraderos, de los cuales el único con una bahía o aparcadero es el SITM TRANSCARIBE en El Rodeo, luego es usual que el resto de vehículos congestionen en este lugar al dejar y recoger pasajeros.

Los aspectos y asuntos más sensibles sobre movilidad que se revelan del análisis de resultados en esta investigación, se pueden sintetizar de la siguiente manera:

- Los datos muestran que mientras ha habido un crecimiento marginal de las poblaciones de los municipios en el área de influencia (inferior al 24% en periodo entre censos). Los volúmenes de tránsito de carga y de interacciones de personas en la frontera se han multiplicados hasta siete veces en el mismo periodo. Esto lo relacionamos con dos tendencias: primero, el auge del turismo y de visitantes ocasionales por la oferta institucional; segundo, al éxito del comercio exterior y la operación portuaria.

- La evidencia de un comportamiento emergente o disruptivo en la movilidad de frontera en los accesos encuentra su expresión en: el crecimiento de los desplazamientos interurbanos en motos como respuesta adaptativa de los sectores más vulnerables por los costes del transbordo y tiempos de desplazamiento, así como en la aparición de zonas de transbordo para transporte informal y de comercio en espacio público.
- La especialización portuaria de Cartagena de Indias y sus relaciones funcionales con los municipios vecinos tienen efectos evidentes en la demanda de espacio para contenedores (carga de trasbordo) y para maniobras y parqueo de tractocamiones. Para dimensionar este efecto hay que tener en cuenta que el área urbana Cartagena tiene escasos 84 Km² comparados con los 154 Km² de la ciudad portuaria de Barranquilla, pero ha soportado 24 veces más tráfico de contenedores en el periodo 2009 a 2019.

Esta investigación ha comprobado mediante calculo estadístico el cambio o quiebre de régimen del histórico de flujos en correspondencia con los hitos más relevantes de infraestructura del periodo en el área de influencia. El de mayor incidencia resultó ser la instalación del peaje en la adecuación de doble calzada de la vía 90 que cruza por Arjona y Turbaco.

En relación a las implicaciones de los cálculos derivados de la configuración de la trama vial, respecto a los cuatro nodos de acceso en la frontera (Puente de Turbaco, Rotonda el Pozón – La India, Las Ramblas vía la mar, Bomba Brío - Policarpa), se puede constatar que estos nodos a la escala analizada resultan valorados de jerarquía inferior en términos de centralidad y conmutación.

6. CONCLUSIONES

Esta investigación se propuso superar desde un principio la ausencia de datos de monitoreo de tráfico cotidiano tanto en Cartagena de Indias como en los municipios colindantes o fronterizos de Turbaco, Turbana, Santa Rosa, Clemencia y Santa Catalina. Para ello se han utilizado bases de datos de los peajes y complementando con una heurística que combinó métodos interpretativos (encuesta, observaciones de campo y evaluación de fotos satelitales, grafos y métricas de sintaxis espacial), explicativos (estadísticas y distribuciones de variables) e inductivos (modelo basados en agentes).

Se puede afirmar que los factores de dinámica o cambio (diferenciación en configuración o trama de conectividad, políticas y regulaciones, o fenómenos demográficos o socioculturales) se pudieron identificar mediante los métodos interpretativos y a partir de allí es posible aplicar y resolver correlaciones con métodos estadísticos que permiten calcular correlaciones.

Mientras los anteriores métodos se aproximan al objeto de estudio desde una escala general a una particular, el modelo basado en agentes por su carácter inductivo permite aproximarse de abajo hacia arriba a los resultados empíricos (*Bottom –Up*) y constatar algunas hipótesis o presunciones sobre los fenómenos de auto organización o de emergencia, como es el caso de la congestión.

Ambas rutas metodológicas permitieron constatar la condición de autoorganización de la trama viaria como característica de la dinámica configuracional del sistema urbano, en la movilidad interurbana de los residentes de Cartagena de Indias y sus municipios vecinos frente a las intervenciones en la frontera o borde municipal que modifican el uso de la infraestructura pública vial y su espacio público conexo.

Respecto a las conclusiones de connotación socio espacial, consideramos que la inversión histórica en infraestructura de espacio público de la ciudad ofrece como resultado una configuración muy poco organizada, como refleja el análisis del grafo de distribución de longitud de calles de la red vial de Cartagena de Indias, cuyo resultado es una configuración emergente o auto-organizada en cuanto a la trama urbana.

Con respecto a la trama vial regional, el estado colombiano se ha concentrado en optimizar el corredor al puerto y parece ignorar, hasta ahora, la potencialidad de sus accesos para disminuir la vulnerabilidad y la escasa accesibilidad en términos de grados de elección de cambio de sentido en cualquier ruta que esta trama vial brinda a los pobladores del área de influencia. Esto denota una ausencia de inversión decisiva para integrar un área metropolitana, aumentando las opciones de accesos y equipando su espacio público para usarlos como elementos para descongestionar los nodos saturados de la ciudad.

El aumento de los flujos de carga de comercio exterior desde y hacia los enclaves portuarios en ciudades costeras (en especial Cartagena de Indias y Buenaventura) ha exigido el desarrollo de vías troncales nacionales que, cuando irrumpen en el perímetro urbano, se convierten en “corredores de carga”, y para el caso de Cartagena de Indias han subvertido las vías públicas ya existentes para la logística urbana de pasajeros (caso vía Mamonal, Vía El Bosque y Av. Crisanto Luque), privatizándolas bajo la figura predominante de las concesiones viales, cuyo instrumento de intervención y financiamiento es el cobro de peaje.

Estos corredores de carga y sus peajes ocasionan restricciones en el desplazamiento para los residentes de Cartagena de Indias, segregando y excluyendo sectores como Ceballos, El Bosque y la Isla de Manga, y afectando la integración con los municipios vecinos. Las restricciones se pueden analizar en

cuanto a los grados de libertad, tiempos y costos de recorridos e itinerarios y nivel de accidentalidad de los residentes y visitantes.

Los intentos sobre “movilidad inteligente”, o tecnologías de “*Smart cities*”, son incipientes en Cartagena, y conservan todavía un sesgo en los planes de movilidad y en la narrativa nacional y local hacia la mayor automatización y control de flujos de automotores con sistemas expertos de cámaras y semaforización, pero falta involucrar explícitamente un plan coherente y transparente de inversión pública en espacio público para peatones y bicicletas.

Este discurso también señala la falta de aplicación de instrumentos de financiamiento como la plusvalía al desarrollo inmobiliario, mientras los responsables de decisiones a escala nacional siguen controlando el destino de los recursos de las regalías portuarias y, en forma discrecional, desde Bogotá, se siguen diseñando los esquemas organizacionales y financieros de las Alianzas Público – Privadas (APP`s).

Con referencia al acceso con mayor demanda de tráfico, Puente de Turbaco - El Rodeo y el nivel de servicio vial, la potencialidad para mejorar la accesibilidad, aliviar los costos de transbordo y vulnerabilidad frente a la accidentalidad y la congestión, tiene dos factores determinantes:

- Un giro necesario en la política nacional de concesiones y peajes que rodean a la subregión del Canal del Dique y Cartagena de Indias, que ha privilegiado hasta ahora el acceso a los muelles como un canal directo para la carga de comercio exterior, sin opciones de conmutación para los residentes y que ha reproducido una topología inequitativa en términos de opciones de accesibilidad para la población con menores ingresos de Cartagena y su área de influencia. Esto restringe la accesibilidad de los pobladores, en

términos de grados de elección de cambio de sentido en cualquier ruta, por el tipo de configuración del acceso sobre la Vía nacional 90.

- Un alcance limitado a recorridos menores de 12 kilómetros en área urbana del Sistema Masivo de Transporte (SITM TRANSCARIBE) implementado desde 2007, y que se ha orientado a crecer en rutas urbanas disputando diversos circuitos carreteros al interior de la ciudad, sin ampliar la oferta metropolitana que reduzca los transbordos a los transeúntes.

Los resultados de esta investigación permiten inferir algunas lecciones y propuestas para la prospectiva de las dinámicas metropolitanas en ciudades intermedias en Colombia con enclaves portuarios:

- Para la movilidad de los ciudadanos, la política nacional se ha focalizado en infraestructura e instrumentos para sistemas masivos de transporte terrestre bajo esquemas público-privados, copiando el modelo Transmilenio de Bogotá, que en poblaciones y recorridos menores y con escasas dimensiones de vías han resultado financieramente insostenibles. En ciudades intermedias como Cartagena de Indias, donde la mayor parte de los desplazamientos internos diarios no superan los 13 kilómetros, se han impuesto las soluciones buses de tránsito rápido (BTR), como son TRANSMETRO (Barranquilla) y TRANSCARIBE (Cartagena de Indias), pero paradójicamente con una cantidad de puntos de intersección y semaforización que anula el propósito inicial de recorridos rápidos, como tampoco parece eliminar las congestiones vehiculares, a pesar de las restricciones por matrículas de motos y coches.
- En las ciudades del litoral caribeño se requiere evaluar alternativas de soluciones simultáneas y concurrentes de transporte masivo acuático y de movilidad ligera y personal como pueden ser los circuitos arbolados peatonales, ciclo rutas, y vías para motocicletas. La moto es el segundo vehículo más accesible para las familias trabajadoras, después de la

bicicleta, al tiempo que es el medio de transporte con mayor profusión de normatividad y más hostigado por los reguladores de tránsito).

- Las prácticas rutinarias de financiar déficit municipal con comparecencias judiciales y actividades de “regulación del tránsito”, ha desviado el propósito de mejorar la movilidad de los residentes y transeúntes, mediante la ampliación y mejora del espacio público, hacia a un sistema clientelista a favor de terceros que debilita la función pública. Esta sumisión de la administración pública local a favor de grupos de interés privados incide a mediano y largo plazo en la gestión y mantenimiento de la infraestructura vial de los municipios y ciudades.
- La administración local requiere diseñar una estrategia metropolitana que involucre una solución pública de transporte fluvial desde el Canal del Dique a Cartagena de Indias, aunque las opciones de ampliar circuitos terrestres son limitadas y costosas. Las condiciones de irreversibilidad en la trama vial nos conducen a explorar las opciones de transporte náutico.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Vasconcellos, Euardo. 2010. Bogotá, Colombia *Análisis de La Movilidad Urbana. Espacio, Medio Ambiente y Equidad*. ed. Corporación Andina de Fomento - CAF. Bogotá. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Análisis+de+la+movilidad+urbana+Espacio+,+medio+ambiente+y+equidad#0>.
- Amézquita-López, Julio. 2018. "Análisis Del Plan Sectorial de Turismo Como Mecanismo de Territorialización En El Corredor Férreo En Los Municipios de Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga." *Revista Desarrollo, Fronteriras e Ciudadania* 2: 59–68.
- Amézquita-López, Julio, Valdés-Atencio, Jorge y Angulo-García. David 2021. "Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling, and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case." *Infrastructures* 6(6).
- Ammara, Umme et al. 2022. "Smart Cities from the Perspective of Systems." *Systems* 10(3).
- Anand, Niles, Ron van Duin, Hans Quak y Lori Tavasszy. 2015. "Relevance of City Logistics Modelling Efforts: A Review." *Transport Reviews* 35(6).
- Axhausen, Kay. 2007. "Activity Spaces, Biographies, Social Networks and Their Welfare Gains and Externalities: Some Hypotheses and Empirical Results." *Mobilities* 2(1): 15–36.
- Barthélemy, Marc. 2011. "Spatial Networks." *Physics Reports* 499(1–3): 1–101.
- Barthelemy, Marc, Patricia Bordin, Henri Berestycki, and Maurizio Griboaudi. 2013. "Self-Organization versus Top-down Planning in the Evolution of a City." *Scientific Reports* 3(July).
- Batty, Michael. 2013. *The New Science of Cities*.
- Baumgartner, Wendel Henrique. 2021. "La Gentrificación Verde y El Derecho a La Naturaleza En La Ciudad. Apropiación de La Naturaleza En La Producción Capitalista Del Espacio Urbano." *Revista Ciudades, Estados y Política* 8(2): 17–32.
- Bayona-i-Carrasco, Jordi y Ajenjo, Marc. 2018. "Movilidad Habitual y Concentración Territorial de La Población Inmigrante: El Caso de La Región Metropolitana de Barcelona." *Eure* 44(133): 161–86.
- Bell, Michael M., Sarah E. Lloyd, and Christine Vatovec. 2010. "Activating the Countryside: Rural Power, the Power of the Rural and the Making of Rural Politics." *Sociologia Ruralis* 50(3): 205–24.

- Berdegúé, Julio A., Anthony Bebbington, and Javier Escobal. 2015. "Conceptualizando la Diversidad Espacial en el Desarrollo Rural Latinoamericano: Estructuras, Instituciones y Coaliciones." *Rimisp* 73: 129–37.
- Biazzo, Indaco, Mohsen Ghasemi Nezhadhighi, and Abolfazl Ramezanzpour. 2021. "Entropy Production of Selfish Drivers: Implications for Efficiency and Predictability of Movements in a City." *Journal of Physics: Complexity* 2(3).
- Bonerandi, Emmanuelle. 2002. *De La Mobilité En Géographie*. www.insee.fr.
- Cabeza-Morales, Israel. 2015. "Territorial Cohesion Assessment in the City of Cartagena de Indias." *Perspectiva Geográfica* 20(2): 297–318.
- Campisi, Tiziana, Alessandro Severino, Muhammad Ahmad Al-rashid y Giovanni Pau. 2021. "The Development of the Smart Cities in the Connected and Autonomous Vehicles (Cavs) Era: From Mobility Patterns to Scaling in Cities." *Infrastructures* 6(7).
- Caso, De, and Puerto Vallarta. 2021. "Obsolescencia y Vitalidad Urbana En Ciudades Turísticas Obsolescence and Urban Vitality Obsolescência e Vitalidade Urbana Nas Cidades Turísticas." 8(2): 51–67.
- Castanho, Rui Alexandre et al. 2017. "Accessibility and Connectivity – Movement between Cities, as a Critical Factor to Achieve Success on Cross-Border Cooperation (CBC) Projects. A European Analysis." *Sustainable Cities and Society* 32.
- Cerda, Jorge. 2007. Tesis de Master Oficial en Gestión y Valoración Urbana "La expansión urbana discontinua analizada desde el enfoque de accesibilidad territorial aplicación a Santiago de Chile". Universidad Politècnica de Catalunya.
- Çolak, Serdar, Christian M. Schneider, Pu Wang, and Marta C. González. 2013. "On the Role of Spatial Dynamics and Topology on Network Flows." *New Journal of Physics* 15(November).
- Ezzati, Sättar et al. 2021. "An Integrated Multi-Criteria Decision Analysis and Optimization Modeling Approach to Spatially Operational Road Repair Decisions." *Canadian Journal of Forest Research* 51(3): 465–83.
- Fautrero, Valérie. 2007. *Trajectoires de Développement, Innovation et Territoires Ville Diffuse et/Ou Polarisation Urbaine*. <https://www.researchgate.net/publication/258627915>.
- Favareto, Arilson et al. 2015. "Territórios Importam – Bases Conceituais Para Uma Abordagem Relacional Do Desenvolvimento Das Regiões Rurais Ou Interioranas No Brasil." *Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade* (1): 14–46.

- Feuerbacher, Berndt, and Heinz Stoewer. 2006. "Challenges and Perspectives." *Utilization of Space: Today and Tomorrow*: 377–88.
- Gerike, Regine et al. 2016. "Physical Activity through Sustainable Transport Approaches (PASTA): A Study Protocol for a Multicentre Project." *BMJ Open* 6(1).
- Gómez-Lobo, Andrés. 2019. "BRT Reforms in Colombia: An Ex-Post Evaluation." *Transportation Research Part A* 132(February 2020): 346–64. https://www.researchgate.net/publication/333039992_BRT_Reforms_in_Colombia_an_ex-post_evaluation.
- Gonzalez-Feliu, Jesús, and Josep-Maria Salanova. 2012. "Defining and Evaluating Collaborative Urban Freight Transportation Systems." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 39: 172–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.099>.
- Gonzalez-Urango, Hannia, Giuseppe Inturri, Michela Le Pira, and Mónica García-Melón. 2020a. "Planning for Pedestrians with a Participatory Multicriteria Approach." *Journal of Urban Planning and Development* 146(3).
- . 2020b. "Planning for Pedestrians with a Participatory Multicriteria Approach." *Journal of Urban Planning and Development* 146(3): 05020007.
- Goodship, Paul. 2015. "The Impact of an Urban Cable-Car Transport System on the Spatial Configuration of an Informal Settlement. The Case of Medellin." *SSS 2015 - 10th International Space Syntax Symposium*: 1–17.
- Harvey, David. 2013. *Ciudades Rebeldes : Del Derecho de La Ciudad a La Revolución Urbana*.
- Hurtado, Vicenta Moreno, and Debaye Mornan. 2021. "¿Y El Derecho a La Ciudad?" *Descolonizando mundos* 8(2): 591–610.
- Jaller, Miguel, Sergio Sánchez, Joanne Green, and Magdalena Fandiño. 2016. "Quantifying the Impacts of Sustainable City Logistics Measures in the Mexico City Metropolitan Area." *Transportation Research Procedia* 12(June 2015): 613–26.
- Jayasinghe, Amila, Kazushi Sano, and Hiroaki Nishiuchi. 2015. "Explaining Traffic Flow Patterns Using Centrality Measures." *International Journal for Traffic and Transport Engineering* 5(2): 134–49.
- Jin, Lan, Wei Lu, and Peijin Sun. 2022. "Preference for Street Environment Based on Route Choice Behavior While Walking." *Frontiers in Public Health* 10.
- Jurado, J.M. y Marquez, J.A. 2017. "EL territorio de la frontera luso-andaluza. Una geometría

- variable”, en *Polígonos, Revista de Geografía*, nº 29, Universidad de León, pp. 301-323.
<http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i29.5210>: 301–23.
- Jurado, J.M.. 2011. *Ordenación Del Territorio y Urbanismo: Conflictos y Oportunidade. Servicio de publicaciones, UNIA, Sevilla, 395 págs.* <http://hdl.handle.net/10334/3638> s.
- Jurado, J.M.. 2014. “El turismo accesible en Andalucía y Portugal”, en *Cuadernos de Turismo*, nº 33, Universidad de Murcia. pp. 121-150,
<http://revistas.um.es/turismo/article/view/195681/160201>.
- Kashef, Mohamad. 2016. “Urban Livability across Disciplinary and Professional Boundaries.” *Frontiers of Architectural Research* 5(2): 239–53.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2016.03.003>.
- Klapka, Pavel, Stanislav Kraft, and Marián Halás. 2020. “Network Based Definition of Functional Regions: A Graph Theory Approach for Spatial Distribution of Traffic Flows.” *Journal of Transport Geography* 88.
- Lagorio, Alexandra, Roberto Pinto, and Ruggero Golini. 2016. “Research in Urban Logistics: A Systematic Literature Review.” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 46(10): 908–31.
- Lan, S. L., and Ray Y. Zhong. 2018. “Coordinated Development between Metropolitan Economy and Logistics for Sustainability.” *Resources, Conservation and Recycling* 128: 345–54.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.017>.
- López Lara, Enrique. 1988. “Distribución Espacial de La Accesibilidad Por Carretera En Andalucía.” *Revista de Estudios Andaluces* (10): 69–96.
- López, María Julieta et al. 2019. “El Viaje Como Barrera: Diferencias y Complejidades En El Acceso a Centros de Salud En La Ciudad de La Plata.” *Eure* 45(134): 53–76.
- Lotero Vélez, Laura, Rafael Germán, and Hurtado Heredia. 2014. “Vulnerabilidad de redes complejas y aplicaciones al transporte urbano: una revisión de la literatura Vulnerability of Complex Networks and Urban Transportation Applications: A Literature Review.” *Revista EIA* 21(574): 67–78. <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2014.11.21.67-78>.
- Macedo, Mariana et al. 2022. “Differences in the Spatial Landscape of Urban Mobility: Gender and Socioeconomic Perspectives.” *PLoS ONE* 17(3 March).
- Mareï, Nora, and Michel Savy. 2021. “Global South Countries: The Dark Side of City Logistics. Dualisation vs Bipolarisation.” *Transport Policy* 100.

- Márquez Domínguez, J. A., and Luis Llamas. Jorge 2019. *Hélices y anclas para el desarrollo local*. Consorcio Universidades Huelva-Cartagena de Indias <http://hdl.handle.net/10272/17416>.
- Márquez Domínguez, J. A. 2018. *Sistemas productivos con anclaje territorial*. Colección Collectánea, nº 217, Universidad de Huelva." : 386.
- Marsden, Terry. 2009. "Mobilities, Vulnerabilities and Sustainabilities: Exploring Pathways from Denial to Sustainable Rural Development." *Sociologia Ruralis* 49(2): 113–31.
- Massey, Doreen. 1995. "Making Spaces or Geography Is Political Too." *Soundings* 1.
- . 2007. "Is the World Getting Larger or Smaller?" *Open Democracy*.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, and GOBIERNO DE CHILE. 2013. "Movilidad Urbana. Biciestacionamientos En El Espacio Público." *Monografías Y Ensayos* 344: 52. [file:///C:/Users/carlos/Downloads/MINVU_BICIESTACIONAMIENTOS EN EL ESPACIO PÙBLICO_Libro completo_baja.pdf](file:///C:/Users/carlos/Downloads/MINVU_BICIESTACIONAMIENTOS%20EN%20EL%20ESPACIO%20PUB%20LICO_Libro%20completo_baja.pdf).
- Módenes, Juan Antonio. 2006. "Movilidad Espacial: Uso Temporal Del Territorio y Poblaciones Vinculadas." In Pamplona. <https://www.researchgate.net/publication/255644572>.
- Mora Aliseda, Julián. 2012. "Desarrollo y Cohesión En La Península Ibérica: El Problema de La Ordenación Territorial." *Finisterra* 46(91).
- Mora Aliseda, Julian, Nogales Galán, José, Gutierrez Gallego, José and Cortés Ruíz, Tomás. 2012. "Aplicación de Técnicas de SIG En La Planificación Del Transporte En Extremadura (España)." *Finisterra* 38(75).
- Muñoz Arroyave, Elkin Argiro. 2018. "Procesos de territorialización de la globalización a través del turismo. Análisis de las relaciones global-local que promueve este fenómeno." *Agora U.S.B.* 18(2): 557–72.
- Naranjo Gómez, José Manuel, Rui Alexandre Castanho, and Ana Vulevic. 2022. "Analyzing Transportation Logistics and Infrastructure Sustainability in the Iberian Peninsula: The Case of Portugal Mainland." *European Planning Studies* 30(12).
- De Oliveira, Leise Kelli et al. 2017. "Evaluate of Collaborative Transit System to Urban Goods Delivery: An Exploratory Study in Belo Horizonte (Brazil)." *Transportation Research Procedia* 25: 928–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.467>.
- Ortiz Chao, Claudia, Ulises Guzmán Sol, and Miguel Angel Lamas. 2005. "Análisis Configuracional: Forma Urbana y Procesos Emergentes." 20(1).

- Parnell, Susan, and Sophie Oldfield. 2014. "The Routledge Handbook on Cities of the Global South." *The Routledge Handbook on Cities of the Global South* (March): 1–635.
- PNUD. 2010. "ODS - Goals, Sustainable Development Development, Sustainable." *Pnud*.
- Puffert, Douglas J. 2002. "Path Dependence in Spatial Networks: The Standardization of Railway Track Gauge." *Explorations in Economic History* 39(3): 282–314.
- Pulido, I., Giles, R. y Jurado, J.M.. 2021. *Agua, biodiversidad, turismo y gestión integrada del territorio en el Bajo Guadiana transfronterizo*. Servicio de publicaciones, Collectánea, 229, Universidad de Huelva, 233 pág. <http://hdl.handle.net/10272/19951>.
- Pumain, Denise. 2003. *Scaling Laws and Urban Systems*. www.santafe.edu.
- Pumain, Denise, Thérèse Saint-Julien, and Lena Sanders. *Application of a Dynamic Urban Model*. <https://shs.hal.science/halshs-01565198>.
- Pumain, Denise, and André Torre. 2020. "Regional Science: Economy and Geography in France and French-Speaking Countries." *Papers in Regional Science* 99(2): 293–313.
- Quintero-González, Julián-Rodrigo. 2017. "Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible." *Ambiente y Desarrollo* 21(40): 57.
- Reynoso, Carlos. 2010. *Análisis y Diseño de La Ciudad Compleja Perspectivas Desde La Antropología Urbana*. Buenos Aires. <http://carlosreynoso.com.ar>.
- Rodríguez Mariaca, Diego Alejandro, Carlos Armando García Calán, and Ciro Jaramillo Molina. 2018. "La accesibilidad terrestre a los puertos marítimos de Colombia. Una aproximación desde la equidad territorial." *Entorno Geográfico* (15): 8–46.
- Santos. Milton. 1993. "Los Espacios de La Globalización." *Anales de geografía de la Universidad Complutense* 13(Homenaje a Jesús Muñoz Muñoz): 69–77. http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mcheca/teoria_geografica/LECTURA_36.pdf.
- Santos, Milton. 2000. *La-naturaleza del espacio*. Duke University Press.
- Sassen, Saskia. 2019. "Una Sociología de La Globalización." *Una sociología de la globalización*.
- Sohn, Christophe. 2014a. "Modelling Cross-Border Integration: The Role of Borders as a Resource." *Geopolitics* 19(3): 587–608.
- . 2014b. "The Border as a Resource in the Global Urban Space: A Contribution to the Cross-Border Metropolis Hypothesis." *International Journal of Urban and Regional Research* 38(5).
- Sohn, Christophe, and Francisco Lara-Valencia. 2013. "Borders and Cities: Perspectives from

- North America and Europe." *Journal of Borderlands Studies* 28(2): 181–90.
- Soja, Edward W. 2011. "Spatializing Justice-Part II." *City* 15(1).
- . 2015. "Building a Spatial Theory of Justice." In *Seeking Spatial Justice*,.
- Svampa, Maristella. 2013. "« Consenso de Los Commodities » y Lenguajes de Valoración En América Latina." *Nueva Sociedad* (244): 30–46.
- Taniguchi, Eiichi, Michihiko Noritake, Tadashi Yamada, and Toru Izumitani. 1999. "Optimal Size and Location Planning of Public Logistics Terminals." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 35(3): 207–22.
- Toro López, Maritza, and Pieter Van Den Broeck. 2021. "Analysing (In)Justice in the Interplay of Urbanisation and Transport: The Case of Agrarian Extractivism in the Region of Urabá in Colombia." *Quaestiones Geographicae* 40(2): 35–61.
- Tsuboi, Tsutomu. 2021. "Visualization and Analysis of Traffic Flow and Congestion in India." *Infrastructures* 6(3): 1–13.
- Da Veiga, José Eli. 2016. "A Face Territorial Do Desenvolvimento." *Interações (Campo Grande)* 3: 5–19.
- Vulevic, Ana et al. 2021. "Common Regional Development Strategies on Iberian Territories - A Framework for Comprehensive Border Corridors Governance: Establishing Integrated Territorial Development." *Peripheral Territories, Tourism, and Regional Development* (February).
- Xie, Feng, and David Levinson. 2007. "Measuring the Structure of Road Networks." *Geographical Analysis* 39(3): 336–56.

ACRÓNIMOS

ANI: Agencia Nacional de Infraestructura

CAF: Corporación Andina de Fomento

CARDIQUE: Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique

DATT: Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte de Cartagena

IPREG: Instituto Regional de Políticas Públicas y de Gobierno

MINTRANSPORTE: Ministerio De Transporte

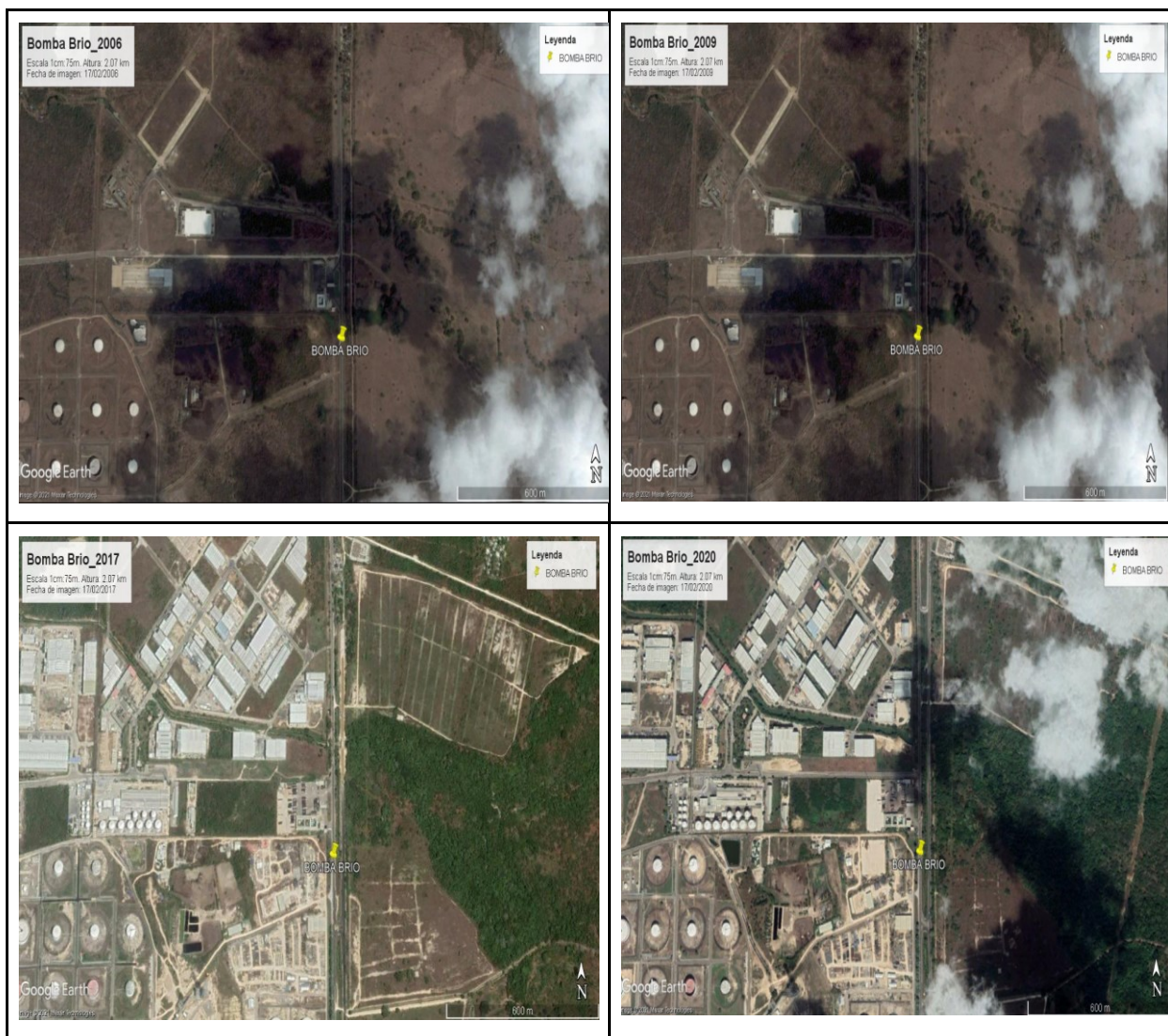
SRP: Sociedad Portuaria Regional

SRPC: Sociedad Portuaria Regional de Cartagena

ANEXOS

Anexo A. Evolución de la configuración de los accesos limítrofes de Cartagena de Indias

Secuencia temporal Bomba Brío - Las Olas, acceso por la variante Mamonal-Gambote



La Zona industrial donde se ubica Bomba Brío refleja el avance en la conectividad por la denominada Variante Mamonal Gambote hacia el corredor de carga urbano de Mamonal y El Bosque, y de las imágenes satelitales se observa una radical diferencia entre 2009 y 2017 alrededor de las dobles calzadas se densificó la zona con estructuras empezando en 2009 en las áreas conexas a la Variante, donde se visualiza el cambio por la instalación del sistema de banda de rodamientos de Argos que conduce de las canteras de Turbaco hacia el Sector de Membrillal. Adicionalmente se observa la instalación de bodegas y fábricas en Zona Franca de la Candelaria y la expansión de operaciones de Refinería de Cartagena (2011 a 2015).

Entre 2017 y 2020 no hay cambios en el área industrial consolidada, y las condiciones de las vías están más adecuadas para vehículos automotores, por lo cual sigue ausente del espacio público paraderos u otros equipamientos para pasajeros.

Sector Policarpa- Las Olas



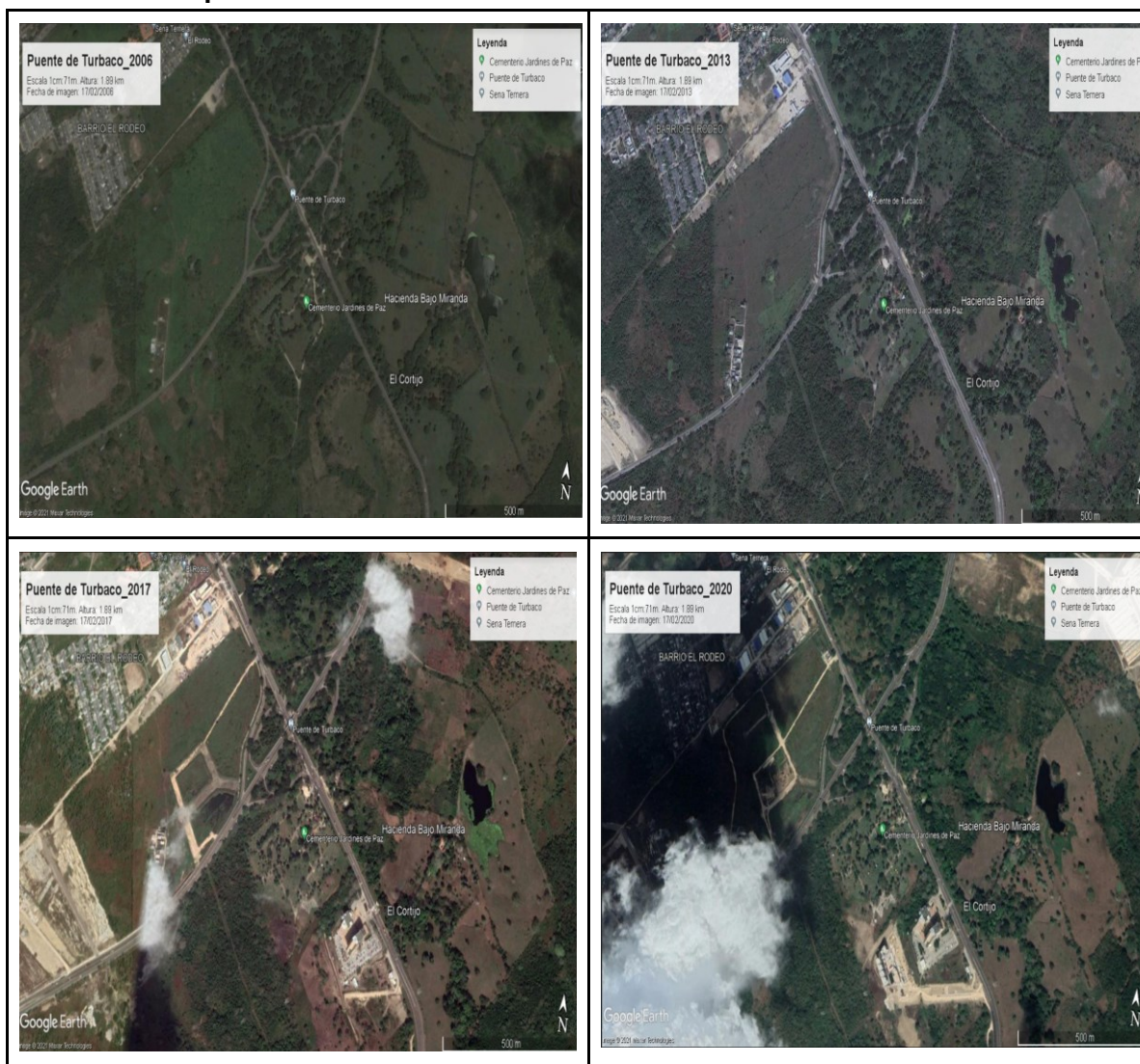


Este sector Policarpa- Las Olas es colindante con el de la Bomba Brío y más próximo al área urbana de Cartagena, y se observa próximo a la rotonda y el *Peaje de La Heroica*, antes de 2013 es evidente el avance del asentamiento informal en forma de triángulo que se conoce como el Barrio Policarpa, que se encuentra rodeado de industrias y mixto (industrial más comercio). El tramo sin intervenir que conecta a la Rotonda y confina tangencialmente un lado del barrio, hasta ahora no ha sido intervenido, a pesar de constituirse en un opción deseable y conveniente para derivar o separar el tráfico de vehículos livianos o bicicletas respecto al corredor de carga.

Este asentamiento informal de vivienda próximos al ingreso al sector de Industrial de Mamonal y a menos de 2 km de La Bomba Brío, está rodeada de edificaciones sin dispositivos para protección del peatón en la carretera, ni iluminación en el puente y rotonda, aunque abundan señales de tráfico para advertir a los conductores de vehículos de carga pesada sobre los peligros y las reglas dentro de la carretera.

Finalmente, el equipo de control de tráfico es muy escaso, y solo la vía principal que conecta la ciudad y la vía interurbana tienen demarcación efectiva, lo cual se ha mantenido similar en cada año. El estado de las vías alternas se podría catalogar sin intervención y de difícil acceso a lo largo de todos los años.

Secuencia temporal Puente de Turbaco



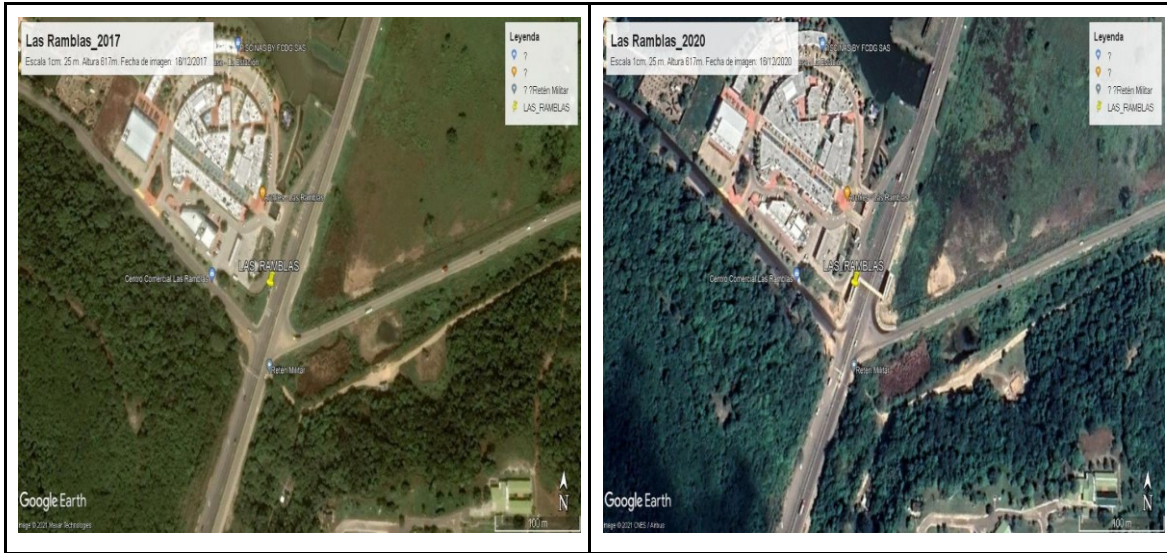
Esta es la entrada y salida de transporte para personas de la ciudad de Cartagena, desde 2006 comenzado las mejoras de doble calzada del sistema de la Vía 90 proveniente de Gambote- Arjona- Turbaco, y empalma a través del puente con tres (3) vías, la principal en dirección hacia el centro urbano, Avenida Pedro de Heredia, y las otras dos derivaciones rodean el perímetro urbano y se dirigen hacia Mamonal y hacia la Rotonda del Pozón. En términos de espacio público conexo a la vía desde el año 2006 hasta el 2020, se mejoran atributos de geometría vial, y a lo largo de los años, la ciudad ha visto la densificación de esta zona de conurbación entre Cartagena y Turbaco, por lo que la presencia de edificaciones para vivienda y comercio local se refleja en la evidente deforestación.

Este acceso presenta, en horas matinales con tráfico descendiendo desde Turbaco, en menos de 500 metros de lado y lado del puente al menos seis (6) lugares que funcionan como paraderos, aunque solamente existe una bahía de parqueo sector El Rodeo adaptada para SITM TRANSCARIBE, la cual esta congestionada de motos, buses y demás vehículos y la acera con colas de pasajeros en transbordo. Bajo el puente se organizaron parqueaderos informales, y hay presencia de comercio informal sobre la vía, no hay una acera continua para peatón en la mayoría de tramos, a pesar del alto volumen de transbordos de estudiantes y personal vinculado a instalaciones del sector (SENA, Universidad tecnológica, Bavaria, Tenaris Tubocaribe, Estaciones de Gasolina)

Mientras que en horas vespertinas se congestiona el carril de salida opuesto, y debido a la deficiente iluminación e inseguridad, el paradero y la congestión se traslada a la Estación Petromil. Hay dispositivos de tránsito como sensores para regular la velocidad, sin embargo, el sitio no cuenta con iluminación adecuada lo cual convierte a las estaciones de gasolina en paraderos de vehículos

Secuencia Zona norte, Las Ramblas





Ubicado sobre la vía Cartagena-Barranquilla, está las Ramblas, en el 2006 no había edificaciones y apenas insinuaba la intervención en la vía. Para 2013 se instala el emisario submarino y se extiende la red de agua permitiendo urbanizar Barcelona de Indias. A partir del año 2017 resulta notorio el cambio de espacio público a ambos lados de la calzada, con dos carriles por sentido, y la presencia de grandes conjuntos residenciales. La inversión es para una vía turística hacia Barranquilla por borde de mar de tráfico sin carga, pensando en automotores. El único paradero se ve junto al puente peatonal, y no se ha implementado una cicloruta.





Rotonda Pozón

Ubicado a la entrada de la ciudad de Cartagena, cerca del Terminal de Transporte. Anteriormente alrededor de 2005 no estaba bien conectado a la red, hoy se observa que las mejoras viales permiten un transporte seguro. Los cambios en los espacios públicos también han mejorado a lo largo de los años, por lo que se puede contar con mejores condiciones en la era actual. Ante el crecimiento de Cartagena, este espacio ya estaba ocupado por la población actual, contrario a la baja población observada en la zona en años anteriores. También se ha mejorado el equipamiento de control del tránsito, la señalización de información, regulación y prevención ha jugado un papel muy importante. El recinto no dispone de semáforos debido a la estructura vial.

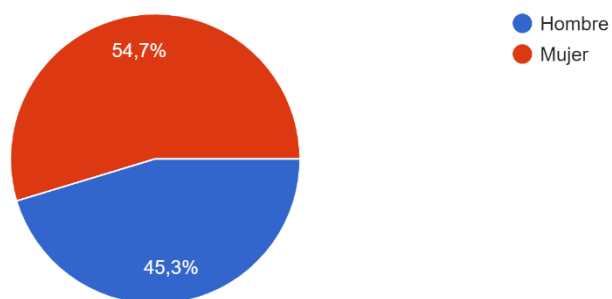
Anexo B. Encuesta de movilidad de frontera interurbana

Se diagnosticó que el 45.3% son hombres y el 54.7% mujeres

Gráfico 1. Género

1.1 Género

203 respuestas

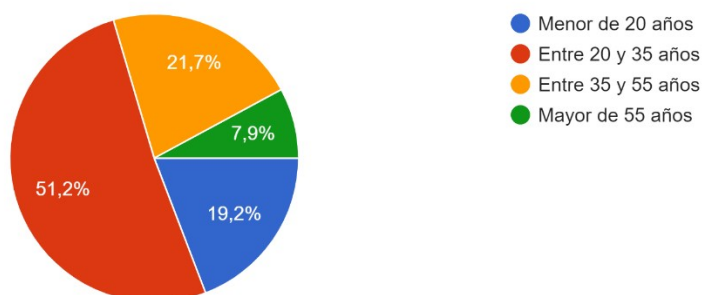


En cuanto al rango de edad, la mayor parte de los encuestados (51.2%) tiene entre 20 y 35 años, es decir, que 5 de cada 10 se encuentra en este rango etario.

Gráfico 2. Rango de edad

1.2 ¿Cuál es su rango de edad?

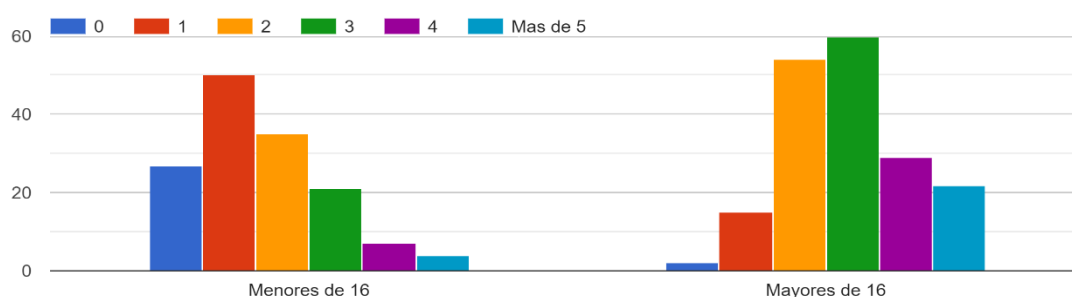
203 respuestas



En este caso, los hogares se caracterizan por tener un menor de 16 años debido a que el 35% lo manifestó, por su parte, el 33% cuenta con más de 3 personas mayores de 16 años.

Gráfico 3. Número de personas por hogar

1.3 Señale el número de personas que residen en su hogar.

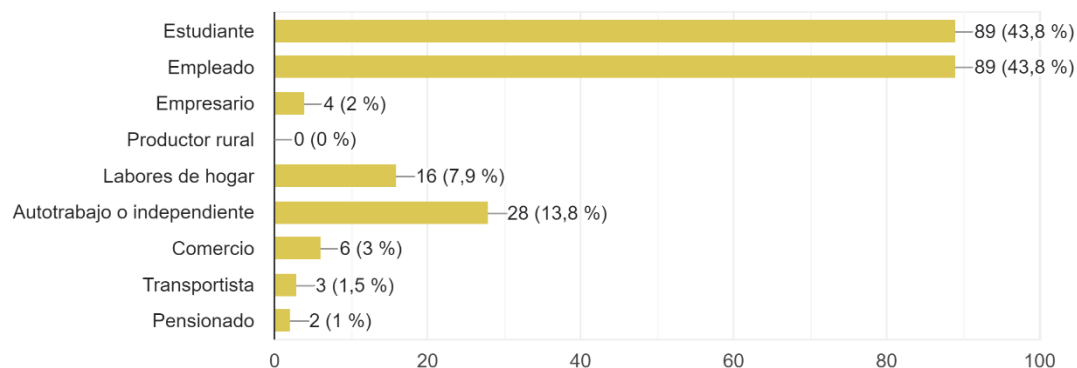


Los que mayormente se transportan son los estudiantes (43.8%) y empleados (43.8%)

Gráfico 4. Perfil ocupacional

1.4 ¿Cuál es su perfil ocupacional? (escoja hasta dos opciones)

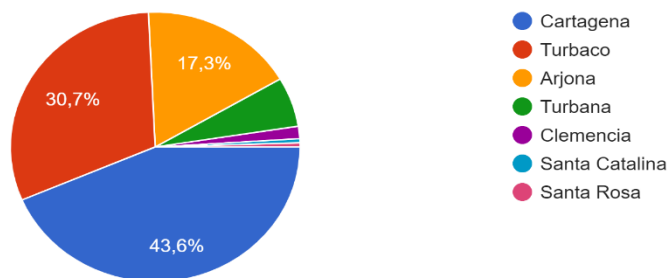
203 respuestas



Del total de encuestados, el 43.6% reside en la ciudad de Cartagena de indias, además, es relevante descartar que los municipios aledaños como Turbaco y Arjona convergen en los puntos más críticos de movilidad en la ciudad.

Gráfico 5. Municipio de residencia

1.5 Señale su municipio de residencia
202 respuestas



Ahora bien, el 66.5% reside en las cabeceras municipales, mientras que un 18.7% se encuentra en una zona rural que por lo general solo acuden a la ciudad cuando necesitan realizar algún trámite o diligencia.

Gráfico 6 zona municipal de residencia

1.5.1 ¿En que zona municipal reside?
203 respuestas

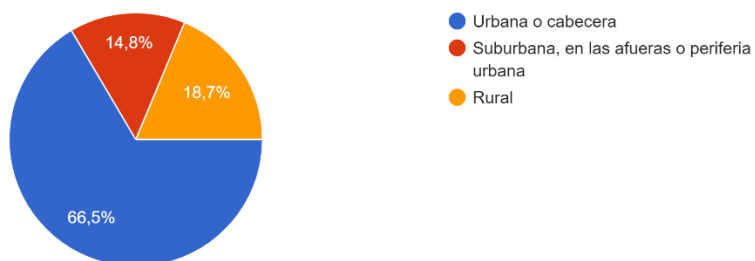
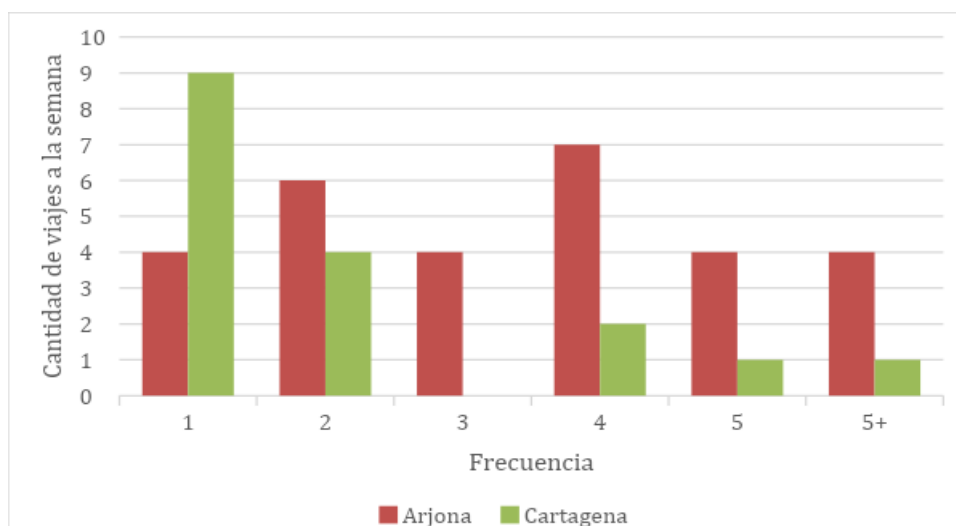
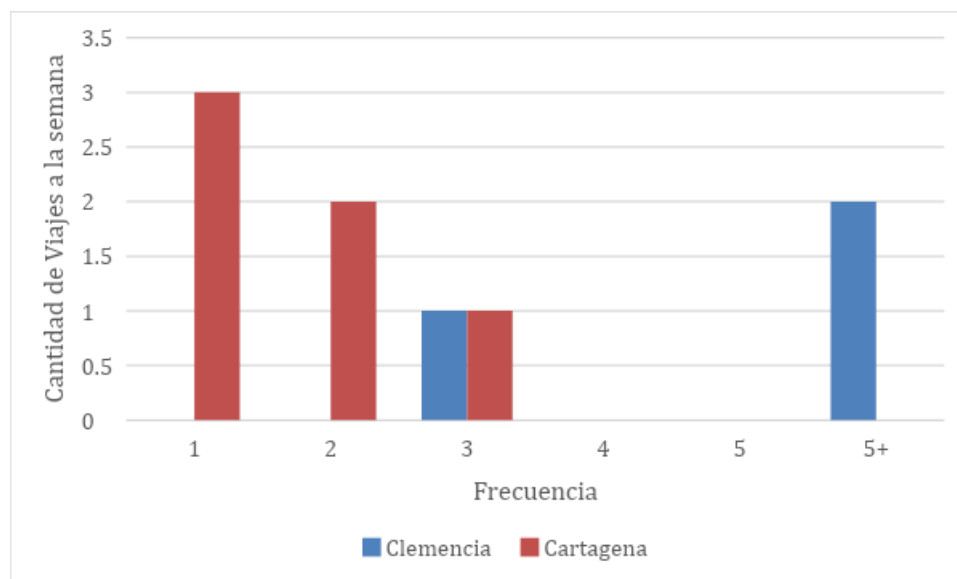


Gráfico 7. Origen y Destino (Arjona – Cartagena, Cartagena – Arjona)



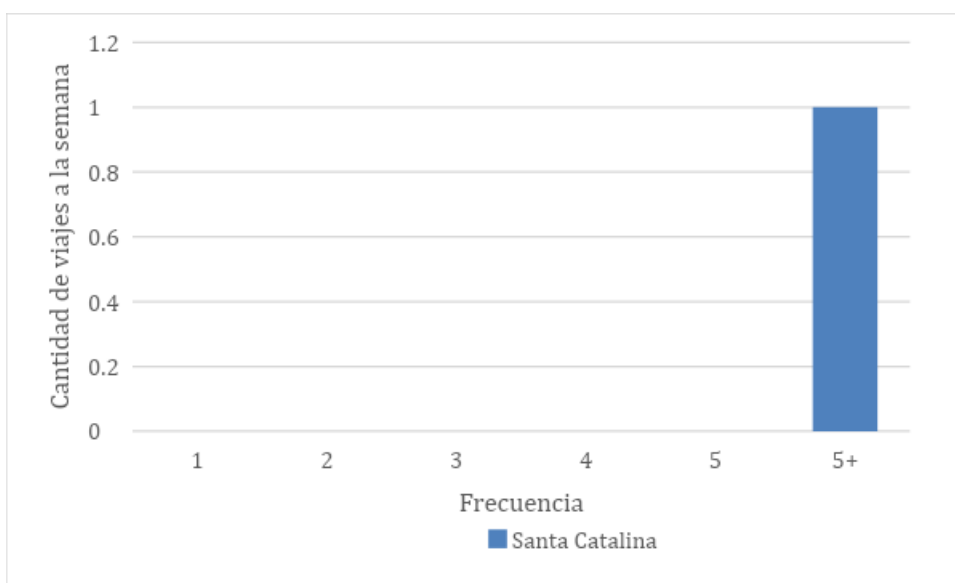
La mayoría de las personas viajan de Arjona hacia Cartagena, aunque la mayoría de las personas solo hacen un solo viaje de Cartagena hacia Arjona.

Gráfico 8. Origen y Destino (Clemencia – Cartagena, Cartagena - Clemencia)



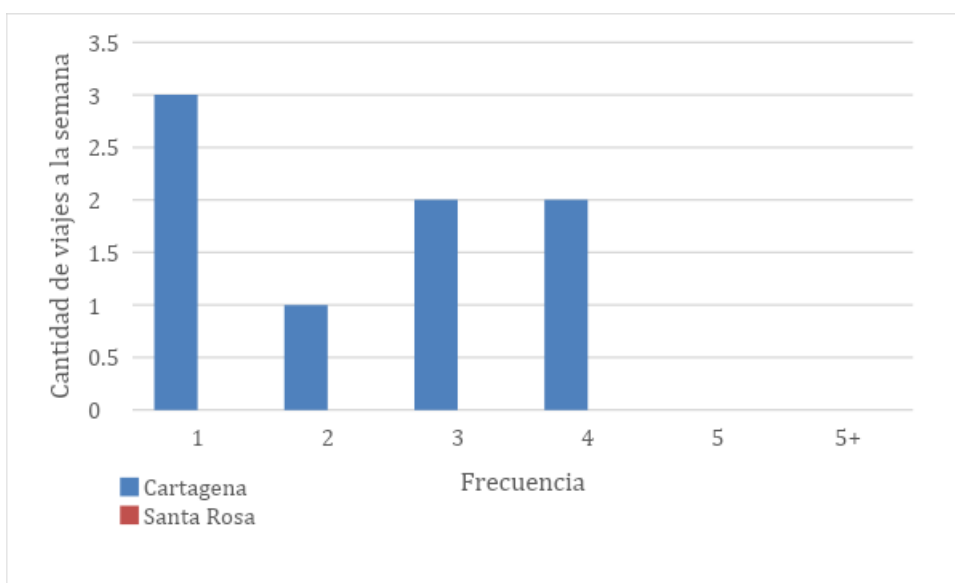
La mayoría de las personas viajan de Cartagena hacia Clemencia, a su vez la mayoría de las personas hacen 1 solo viaje hacia Clemencia.

Gráfico 9. Origen y Destino (Santa Catalina – Cartagena)



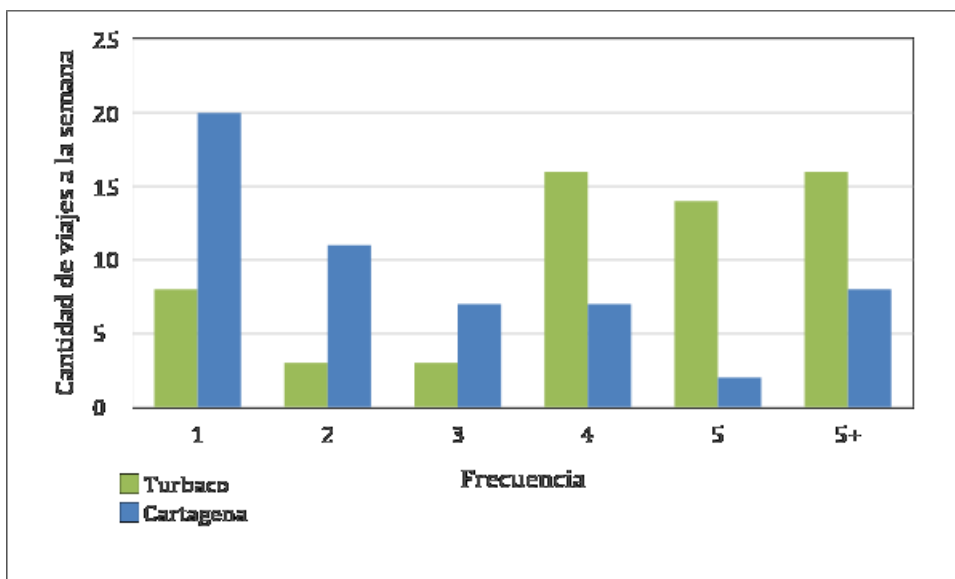
Aunque solo es una única persona, esta se traslada hacia la ciudad de Cartagena.

Gráfico 10. Origen y Destino (Cartagena – Santa Rosa, Santa Rosa – Cartagena)



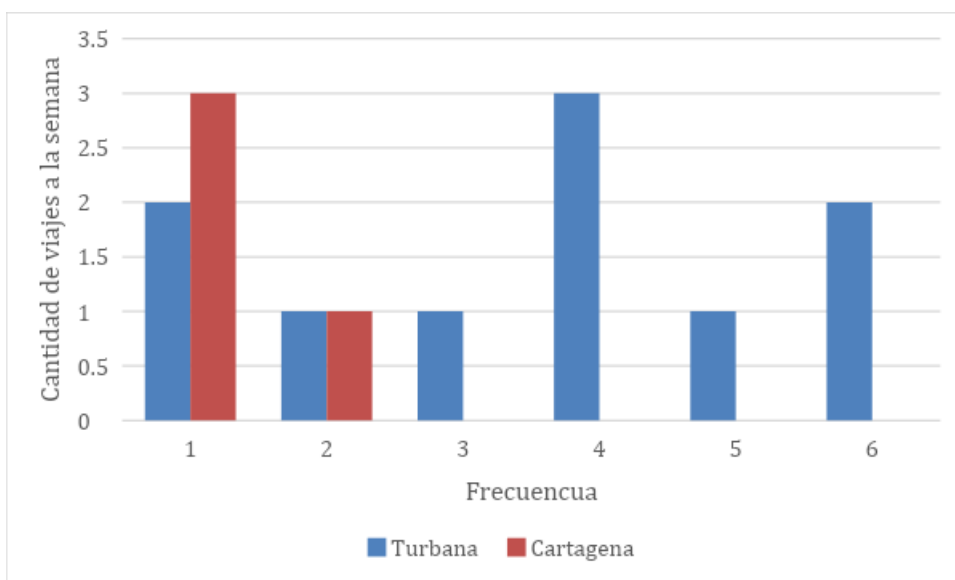
En este gráfico se observa que no hay ninguna persona que vaya de Santa Rosa hacia la ciudad de Cartagena, sin embargo, si hay presencia de viajes desde Cartagena hasta Santa Rosa.

Gráfico 11. Origen y Destino (Turbaco – Cartagena, Cartagena – Turbaco)



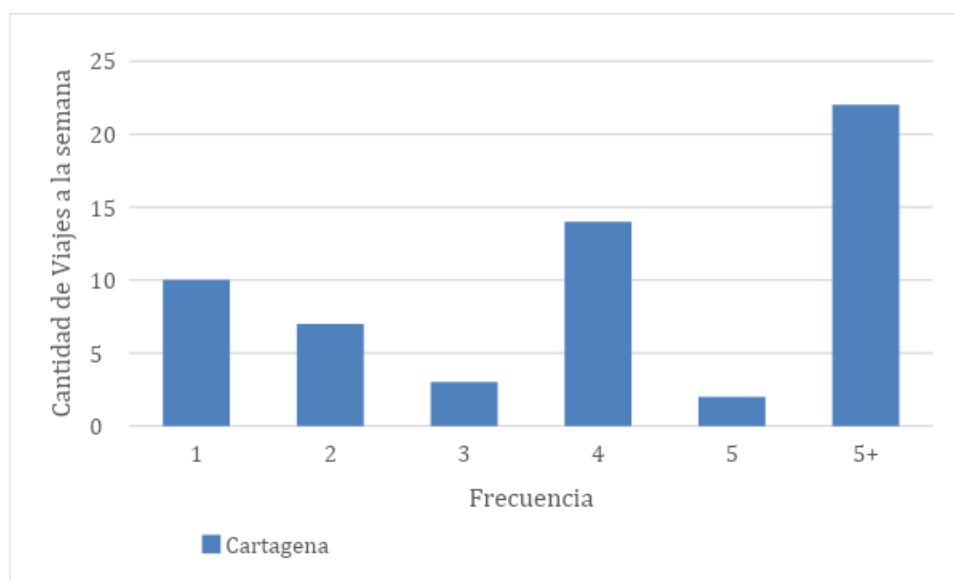
La mayoría de las personas viajan de Turbaco hacia Cartagena, sin embargo, la diferencia no se aprecie a simple vista.

Gráfico 12. Origen y Destino (Turbana – Cartagena, Cartagena – Turbana)



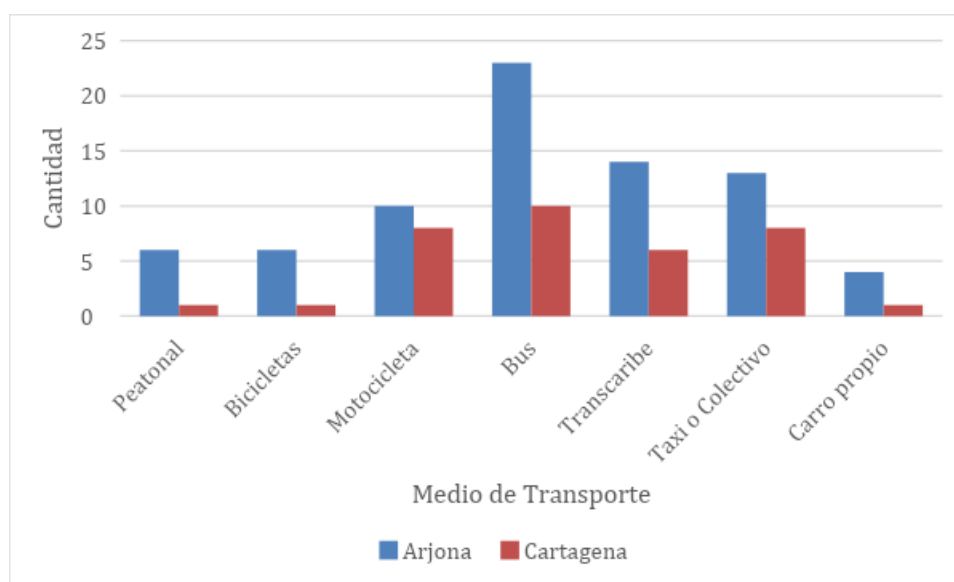
La mayoría de las personas viajan de Turbana hacia Cartagena, se podía decir que la mayoría hace entre uno a cuatro viajes a la semana.

Gráfico 13. Origen y Destino (Cartagena – Cartagena)



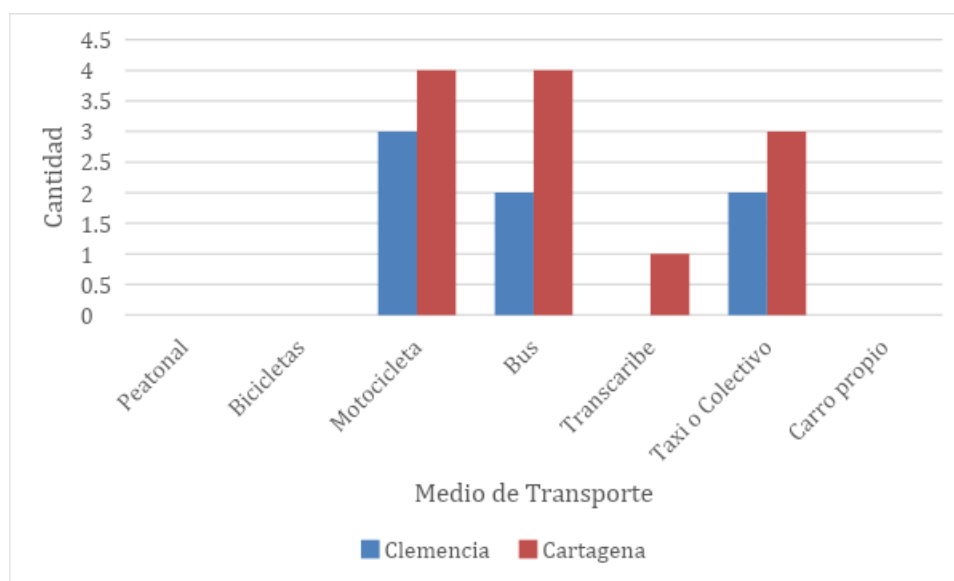
La mayoría se transporta mas de 5 veces a la semana en la ciudad de Cartagena.

Gráfico 14. Medio de transporte, Origen – Destino



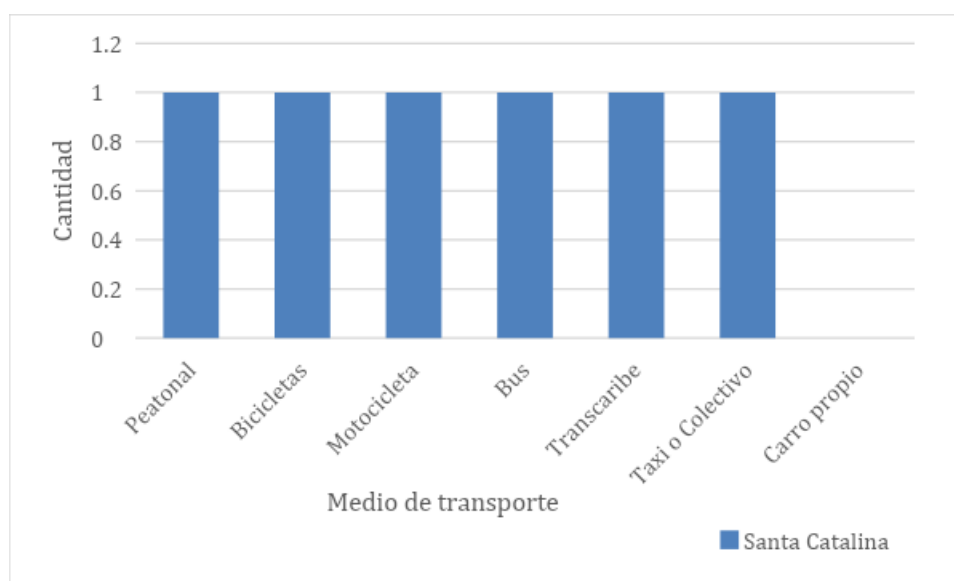
La mayoría de las personas que se transportan de Arjona hacia Cartagena y viceversa utilizan el bus intermunicipal.

Gráfico 15. Medio de transporte, Origen – Destino



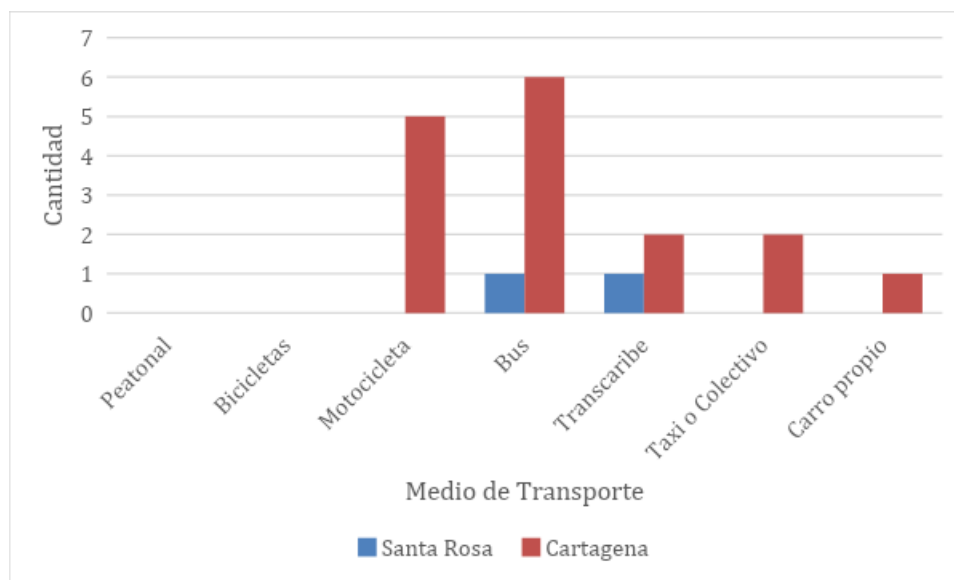
Las personas que se transportan de Clemencia hacia Cartagena la mayoría prefiere hacerlo en motocicletas, sin embargo, las personas que viajan de Cartagena hacia Clemencia la mayoría se transportan en motocicletas o en Bus.

Gráfico 16. Medio de transporte, Origen – Destino



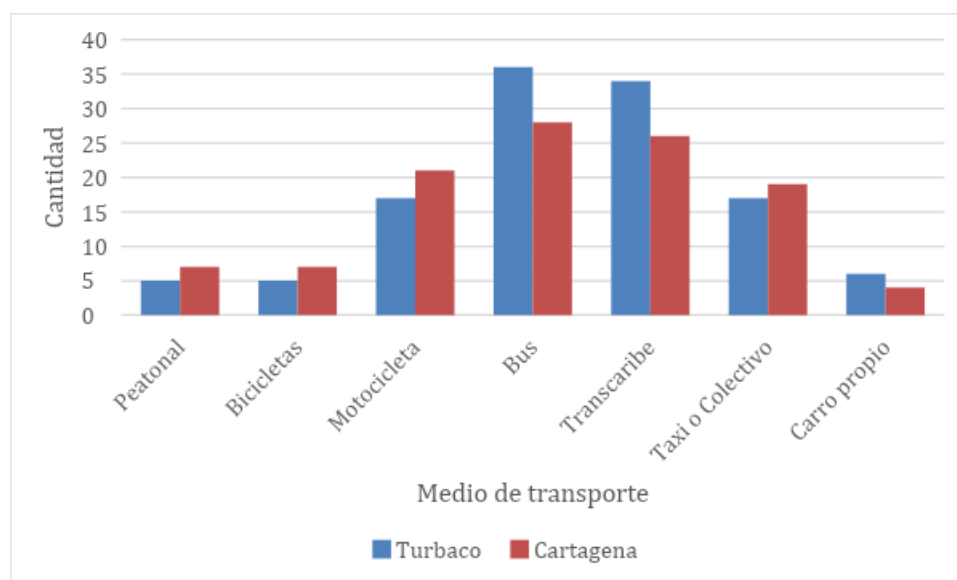
El medio de transporte usado por la persona que viene de Santa Catalina varía entre las siguientes opciones excepto en carro propio.

Gráfico 17. Medio de transporte, Origen – Destino



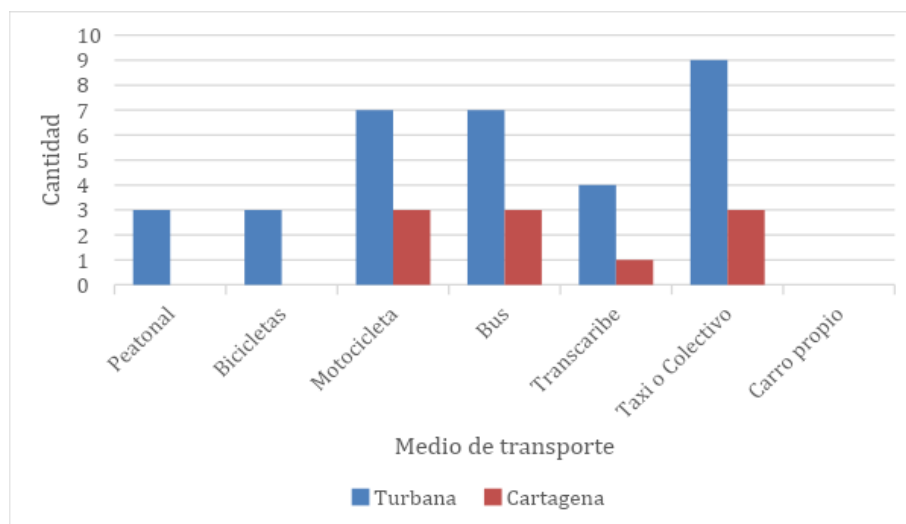
Las personas que viajan de Santa Rosa hacia Cartagena prefieren hacerlo en bus o en Transcribe, mientras que las personas que van de Cartagena hacia Santa Rosa la mayoría lo hacen en bus o en motocicletas.

Gráfico 18. Medio de transporte, Origen – Destino



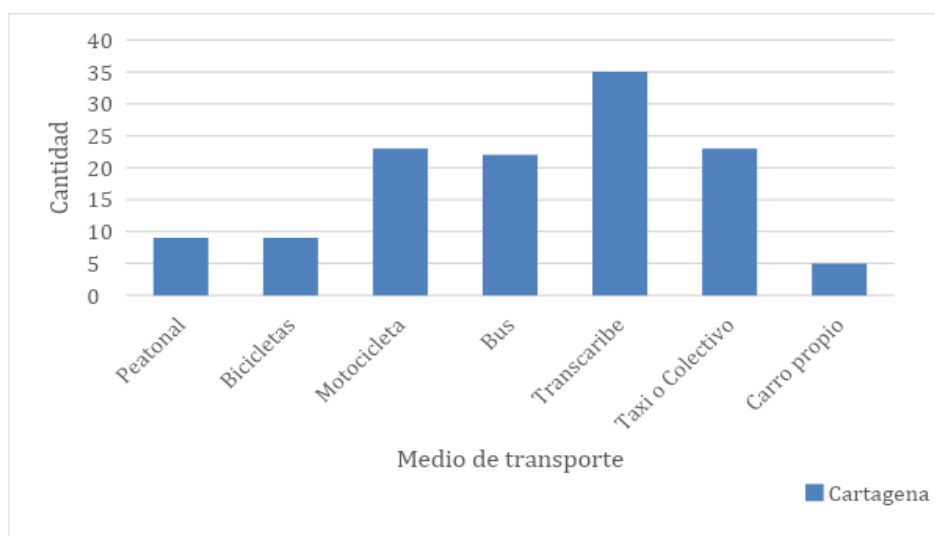
Las personas que viajan de Turbaco hacia Cartagena la mayoría lo hace en bus, del mismo modo lo hacen las personas que viajan de Cartagena hacia Turbaco

Gráfico 19. Medio de transporte, Origen – Destino



La mayoría de las personas que viajan de Turbana hacia Cartagena se transportan en taxi o colectivo, mientras que en el otro sentido, las personas que se transportan de Cartagena hacia Turbana escogen Motocicletas, bus, taxi o colectivo.

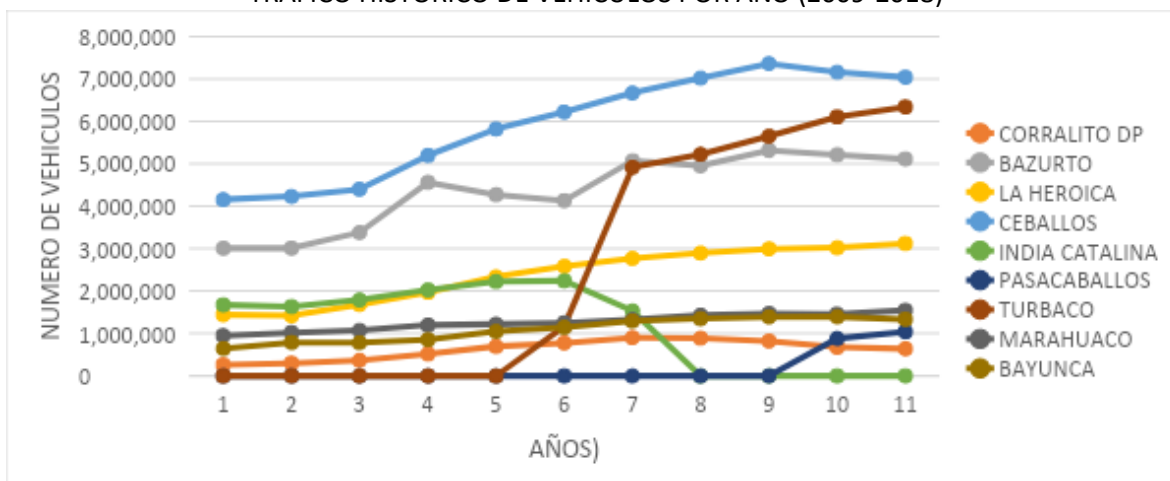
Gráfico 20. Medio de transporte, Origen – Destino.



La mayoría de las personas que se transportan en la ciudad de Cartagena lo hacen por el medio de transporte masivo “Transcribe”.

Anexo C. Histórico de tráfico anual por peajes y accesos

TRÁFICO HISTÓRICO DE VEHÍCULOS POR AÑO (2009-2018)

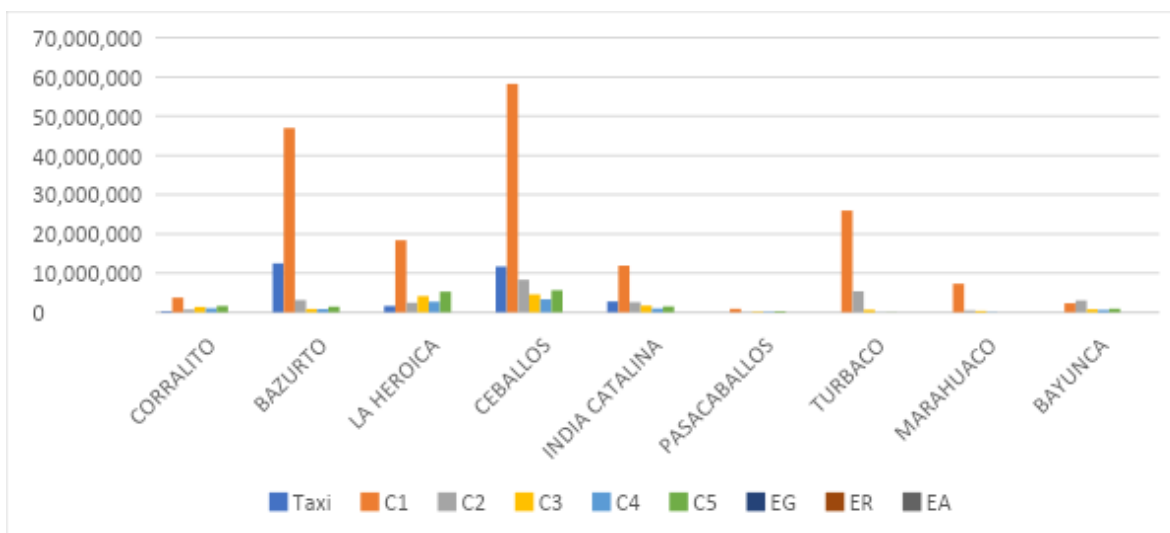


TRÁFICO AGREGADO VEHICULOS TODOS LOS PEAJES (2009-2019)

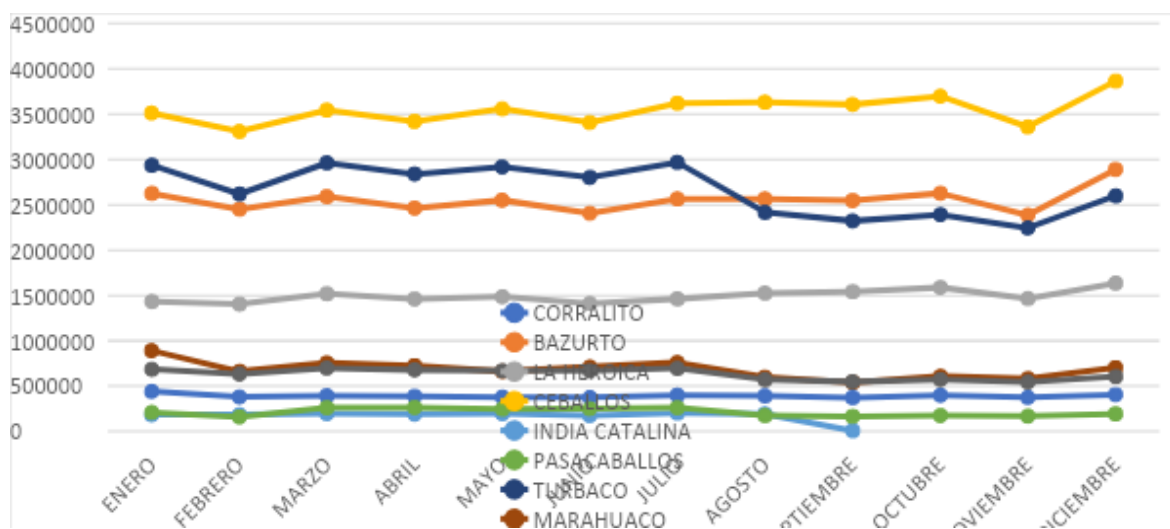
	Agregado total 2009-2019 (sem1)
CORRALITO DP	7.619.737
BAZURTO	53.043.448
LA HEROICA	29.367.752
CEBALLOS	72.577.574
INDIA CATALINA	13.131.796
PASACABALLOS	2.535.516
TURBACO	33.184.859
MARAHUACO	14.917.374
BAYUNCA	12.839.201
Total	239.217.257

Tráfico agregado por fronteras de Cartagena				
Accesos	2009 a 2019	%	2014 a 2017	%
CORRALITO+ LA HEROICA	36.987.489	38%	14.983.235	31%
TURBACO	33.184.859	34%	21.909.748	46%
MARAHUACO	14.917.374	15%	5.692.014	12%
BAYUNCA	12.839.201	13%	5.431.771	11%
Total	97.928.923	100%	48.016.768	100%

Trafico por tipo de vehículo 2001-2019



Estacionalidad de los flujos



Flujos periféricos al corredor de Carga (La Heroica + Corralito) , 2009-2019

Etiquetas de fila	Suma de Taxi	Suma de C1	Suma de C2	Suma de C3	Suma de C4	Suma de C5	Suma de EG	Suma de ER	Suma de EA	Suma de TOTAL
Jan	120.741	1.551.832	221.244	340.298	305.155	434.088	-	16	-	2.973.374
Feb	114.888	1.447.339	212.441	342.700	280.622	424.745	-	5	-	2.822.740
Mar	126.452	1.570.060	219.794	363.654	268.018	464.964	-	2	-	3.012.944
Apr	117.913	1.517.335	212.116	350.554	252.345	452.847	53	-	-	2.903.163
Mey	122.770	1.540.403	228.555	353.955	253.156	455.701	67	2	-	2.954.609
Jun	120.330	1.490.112	224.026	337.747	237.485	434.530	58	1	-	2.844.289
Jul	120.889	1.577.861	233.554	356.266	252.948	442.806	66	-	-	2.984.390
Aug	124.401	1.614.230	242.389	367.647	252.068	459.880	52	-	-	3.060.667
Sep	125.629	1.613.777	257.401	376.187	256.738	462.566	36	-	-	3.092.334
Oct	133.898	1.678.544	266.408	386.507	271.694	488.542	72	-	-	3.225.665
Nov	126.976	1.523.514	237.195	369.128	252.184	470.715	50	-	-	2.979.752
Dec	137.537	1.722.993	259.114	395.061	268.910	468.272	83	-	-	3.251.970
Total general	1.492.424	18.848.000	2.814.237	4.339.704	3.151.323	5.459.656	537	26	-	36.105.907

Flujos urbanos por corredor de Carga (Ceballos+Bazurto/SRP Manga), 2009 -2019

Etiquetas de fila	Suma de Taxi	Suma de C1	Suma de C2	Suma de C3	Suma de C4	Suma de C5	Suma de EG	Suma de ER	Suma de EA	Suma de TOTAL
Jan	1.605.529	7.031.435	639.279	319.118	258.943	409.787	-	44	-	10.264.135
Feb	1.469.558	6.549.562	611.989	320.475	251.816	397.927	-	50	-	9.601.327
Mar	1.586.907	7.043.610	664.474	342.167	258.389	430.957	-	12	-	10.326.516
Apr	1.498.654	6.707.852	631.581	330.008	257.565	427.119	127	4	-	9.852.910
Mey	1.575.732	7.016.700	657.248	339.646	265.133	441.182	122	1	-	10.295.764
Jun	1.530.098	6.715.035	617.793	325.897	252.166	422.321	121	1	-	9.863.432
Jul	1.625.731	7.152.196	644.128	346.307	262.235	440.623	143	-	-	10.471.363
Aug	1.634.256	7.167.910	645.017	350.775	266.962	443.956	142	-	-	10.509.018
Sep	1.669.867	7.134.363	632.005	352.598	265.578	438.179	198	-	-	10.492.788
Oct	1.740.074	7.375.846	641.568	362.114	282.712	455.320	123	-	-	10.857.757
Nov	1.647.561	6.730.519	577.385	343.788	250.746	428.395	174	-	-	9.978.568
Dec	2.055.192	8.027.347	614.288	364.682	255.846	432.309	333	-	-	11.749.997
Total general	19.639.159	84.652.375	7.576.705	4.097.575	3.128.091	5.168.075	1.483	112	-	124.263.575

Comparativo tráfico urbano versus fronterizo o periférico corredor de carga

Categoria Vehículo	Sumatorias de trafico vehiculos subsistema corredor de carga								
	taxi	c1	C2	C3	C4	C5	EG	ER	Total
Por acceso en Frontera (por peaje Corralito + Peaje La Heroica)	1.492.424	18.848.000	2.814.237	4.339.704	3.151.323	5.459.656	537	26	36.105.907
Interno (por Peaje Ceballos + peaje Bazurto)	19.639.159	84.652.375	7.576.705	4.097.575	3.128.091	5.168.075	1.483	112	124.263.575
Proporción corredor de carga de flujo Urbano/fronterizo	13	4	3	1	1	1	3	4	3

Anexo D. Análisis de resultados por muestreo de caracterización de tráfico en los accesos periurbanos

Para la caracterización del flujo de vehículos que transitan por los accesos periurbanos en el distrito de Cartagena de indias, durante los momentos de mayor afluencia (denominados horas pico) en términos de entrada y salida, se realizó un conteo vehicular en cuatro puntos importantes denominados La india, Las ramblas, Bomba brío y puente honda –Turbaco. En la siguiente imagen cartográfica se ubican los puntos (X en rojo) donde se realizó el muestreo:

AREA VIAL PERIURBANA DE CARTAGENA DE INDIAS



El conteo de vehículos se realizó durante dos (2) semanas, del 2 de agosto hasta el 14 de agosto de 2021, con días alternados, para caracterizar el comportamiento de afluencia desde y hacia Cartagena en una semana “típica” o promedio de lunes a sábado; considerando que no existe previamente monitoreo de datos que discriminen las motos del “resto de vehículos” que incluyen Autos, buses, camiones y buses articulados de Transcaribe.

Las condiciones del protocolo o guía de trabajo de campo se detallan a continuación:

Espacio geográfico y lugares de interés: Acceso terrestres con nodos de conmutación o transbordo en la frontera de Cartagena con los municipios de Turbaco, Turbana, Santa rosa, Santa Catalina y Clemencia.

Periodo de muestreo: Del 26 de Julio al 26 de Agosto de 2021.

Contactos: Julio Amézquita López, ipreg1@unicartagena.edu.co, cel.3162133035, Jorge Valdés ipreg4@unicartagena.edu.co,

OBJETIVO DEL TRABAJO DE CAMPO:

Examinar, inspeccionar y capturar datos por muestreo en los lugares seleccionados de la frontera interurbana y accesos viales terrestres a Cartagena para caracterizar:

Fase 1 Sondeo en 5 o 6 puntos (de lunes a sábado) para establecer patrones de tráfico. en puntos de Puente de Turbaco a El Rodeo, Rotonda El Pozón hayita coliseo Rocky Valdés, Membrillal a Rotonda en Policarpa (peaje La Heroica en Mamonal), vía I mar, sector Manzanillo - puente peatonal Las Ramblas.

- a) Ubicación georreferenciada y atributos relacionados con los lugares o zonas de transbordo o conmutación de pasajeros,
- b) Lista de chequeo, condiciones de transbordo (proximidad, confort, distancias entre parques y estaciones o apeaderos, etc.),
- c) Otras actividades colaterales al transbordo o conmutación entre medios de transporte,

Fase 2 (Excel)

- a) Intensidad comparada de transbordo frente al flujo de la troncal, (vehículo o agente)., visualmente, video o celular, y conteo de vehículos
- c) tipos o medios de transporte tanto motorizado como no motorizado, involucrados en la conmutación o transbordo entre medios de transporte
- d) tasas de llegadas y despacho de pasajeros y medios de transporte involucrados en los transbordos, (dos personas): moto-carro, carro a moto, carro a transcribe, moto-taxi, carro-Bus, moto-moto, Bus-transcribe,
- e) Las variables de cola y tiempos de espera en el transbordo, (sobre personas singulares)

- Formato de conteo vehicular utilizado. Un conteo simultáneo en los 4 accesos (4 grupos de observadores) por intervalos de 15 minutos con descanso de 5 minutos en horarios de 5:45 a.m. a 8:45 a.m. y por la tarde 4:45pm a 7:20 pm.

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA						
INSTITUTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS REGIONALES Y DE GOBIERNO						
CONTEO VEHICULAR SOBRE LA VÍA						
Objetivo:						
Método de toma de datos:						
Fecha:	09/08/2021	AM	Punto / Estación:	Las Ramblas - Manzanillo		
Aforador:	STEFANNY HERRERA			30'56"N 75°28'1		
HORA INICIO / FIN	MOTOS	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TRANSCRIBE	TOTAL
5:45:00 a. m.	65	38	4	9	0	116
6:00:00 a. m.						
6:05:00 a. m.	87	77	8	11	0	183
6:20:00 a. m.						
6:25:00	133	81	12	8	0	234
6:40						
6:45	139	107	6	4	0	256

<i>7:00</i>						
<i>7:05</i>	<i>142</i>	<i>159</i>	<i>4</i>	<i>7</i>	<i>0</i>	<i>312</i>
<i>7:20</i>						
<i>7:25</i>	<i>103</i>	<i>186</i>	<i>9</i>	<i>13</i>	<i>0</i>	<i>311</i>
<i>7:40</i>						
<i>7:45</i>	<i>96</i>	<i>179</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>0</i>	<i>293</i>
<i>8:00</i>						
<i>8:05</i>	<i>63</i>	<i>111</i>	<i>2</i>	<i>13</i>	<i>0</i>	<i>189</i>
<i>8:20</i>						

Procesamiento del trabajo de campo:

El conteo de vehículos se realizó en dos jornadas diarias, en cada punto de acceso de los mencionados anteriormente, en la mañana en un horario desde las 5:45 am hasta las 8:20 am (Con excepción del lunes 2 de agosto que se realizó con horario de 5:45 am hasta las 8:00 am), y en la tarde en un horario de 4:45 pm a 7:20 pm (a excepción de lunes 2 agosto que se realizó hasta las 7:00 pm). En el caso del sábado 14 de agosto, el horario de conteo

de la mañana fue idéntico a los demás días, caso diferente al conteo de la tarde que se realizó de 11:45 am a 2:20pm, por ser un día atípico no laboral.

Por otro lado, el conteo en cada punto se realizó tanto de entrada como de salida de la ciudad simultáneamente. A continuación, se evidencian representativamente como fue el proceso de conteo y caracterización vehicular, los días lunes 2 de agosto, sábado 14 de agosto y jueves 12 de agosto.

Imagen. Conteo vehicular de entrada a la ciudad de Cartagena del lunes 2 de agosto jornada mañana.

HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL
5:45 am - 6:00 am	204	146	65	51	81	31	275	144
6:05 am - 6:20 am	241	180	87	96	105	52	322	258
6:25 am - 6:40 am	293	202	133	101	131	78	384	303
6:45 am - 7:00 am	291	196	139	117	149	111	473	310
7:05 am - 7:20 am	274	183	142	170	122	114	366	230
7:25 am - 7:40 am	247	163	103	208	98	112	365	207
7:45 am - 8:00 am	203	134	96	197	77	86	295	215

Tabla x. Conteo vehicular de entrada a la ciudad de Cartagena del sábado 14 de agosto jornada mañana.

HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL
5:45 am - 6:00 am	234	130	53	45	69	88	250	95
6:05 am - 6:20 am	308	157	75	52	98	85	256	119
6:25 am - 6:40 am	413	200	84	81	125	69	374	163
6:45 am - 7:00 am	365	225	122	99	142	72	396	158
7:05 am - 7:20 am	329	182	143	147	110	70	321	198
7:25 am - 7:40 am	328	174	102	148	97	63	339	217
7:45 am - 8:00 am	313	188	181	123	92	73	301	172

8:05 am - 8:20 am	246	183	54	122	55	50	213	185
-------------------	-----	-----	----	-----	----	----	-----	-----

Tabla x. Conteo vehicular de entrada a la ciudad de Cartagena del jueves 12 de agosto jornada mañana.

HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL
5:45 am - 6:00 am	290	170	67	49	63	43	291	140
6:05 am - 6:20 am	339	186	78	57	121	59	308	219
6:25 am - 6:40 am	446	207	120	91	144	88	422	265
6:45 am - 7:00 am	467	203	127	166	161	99	446	268
7:05 am - 7:20 am	373	219	125	206	140	114	388	254
7:25 am - 7:40 am	298	222	111	191	123	91	371	229
7:45 am - 8:00 am	341	260	91	205	57	83	291	221
8:05 am - 8:20 am	250	178	57	165	43	106	188	108

- **ACCESO POR LA INDIA** (Conexión via la Cordialidad con Santa Rosa, Clemencia y Santa Catalina hacia el Norte, y corregimiento de Bayunca)

Para el punto de acceso de la india, se evidencia en todos los días de la semana que tanto de entrada como de salida y en las dos jornadas de conteo vehicular, en la mañana y en la tarde, la cantidad de motos supera el resto de los vehículos donde están incluidos varios tipos (Autos, buses, camiones y Transcribe). De manera general la semana de conteo según la cantidad de flujo en las jornadas realizadas, el jueves es el día que hay más flujo de vehículos, seguido del martes 10 de agosto, miércoles 4 de agosto, viernes 6 de agosto, sábado 14 de agosto y finalmente el lunes 2 de agosto.

En la mañana el día que más motos entran por este acceso es el jueves (2804) y el día de menor afluencia es el lunes (1753). Por la tarde el día de mayor afluencia es el lunes (2682) y el de menor es el sábado (1745).

Respecto a salidas de motos desde Cartagena, por la mañana el día de mayor volumen es el lunes (2133) y el de menor intensidad es el sábado (1754). Por la tarde el volumen de salidas en moto es mayor el jueves (2664) y el menor volumen se da los lunes y sábados (1884)

Las mayores diferencias entre el número de motos respecto a los demás vehículos en flujo de entrada se dan sábado por la mañana (1,76 veces), mientras que la mayor diferencia de entrada en la tarde se da el lunes (1,91 veces).

Las mayores diferencias entre el número de motos respecto además vehículos en flujo de salida se da el lunes por la mañana (1,75 veces), mientras que la mayor diferencia de salida en la tarde se da el jueves (1,73 veces).

Principalmente lo inesperado de este punto es que el día con menos flujo fue el lunes, pero que marca su diferencia en la salida de motos en la mañana y entrada de motos en la tarde.

- **Acceso LAS RAMBLAS** (Conexión hacia el Norte por vía al mar, corregimiento de Manzanillo, Punta Canoa y Bayunca, y los municipios de Clemencia y Santa Catalina)

Para el punto de acceso de *Las Ramblas* se evidencia principalmente que la cantidad de vehículos supera a las motos que circulan de entrada a la ciudad de Cartagena en las dos jornadas de conteo vehicular. Esto en parte puede relacionarse con restricciones de circulación a la moto, los usos de suelo, y un diseño de vía rápida que conecta con Barranquilla.

En este punto de acceso las motos tanto de entrada en las dos jornadas se mantienen relativamente constante en todos los días de la semana entre 666 y 814, caso contrario con el resto de los vehículos del conteo que mantienen diferencias hasta de 1,5 veces entre el valor mayor y el menor.

El día con mayor tráfico vehicular en la intersección denominada *Las Ramblas*, corresponde al sábado 14 de agosto del 2021, donde se contabilizan 1439 vehículos de entrada en la mañana siendo el mayor valor de toda la semana, sin incluir a las motos que corresponden a 814.

Para el conteo vehicular de mayor a menor tráfico se puede organizar los días de la semana en este punto de las ramblas de la siguiente forma: sábado, jueves, miércoles, viernes, lunes y martes.

- **Acceso BOMBA BRIO** (conexión al Valiente Mamonal Gambote que conecta con Turbana, es parte del corredor de carga)

En el caso del conteo vehicular sobre la intersección denominada "Bomba brío", se puede evidenciar principalmente que, en la jornada de la mañana de entrada a la ciudad de Cartagena, la cantidad de motos siempre supera a cantidad del resto de vehículos contabilizado; pero en la jornada de la tarde siempre es mayor el resto de vehículos sobre las motos.

Los días con mayor tráfico de la semana en esta intersección son el jueves 12 de agosto y el martes 10 de agosto de 2021, donde se contabilizan 852 y 777 motos de entrada en la

jornada de la mañana y 837 y 749 motos de entrada en la jornada de la tarde, respectivamente. Respecto al resto de vehículos que se contabilizan, se evidencia que son 1240 de entrada en la tarde del martes y 921 en la tarde del jueves.

- **Acceso PUENTE HONDA (TURBACO)**

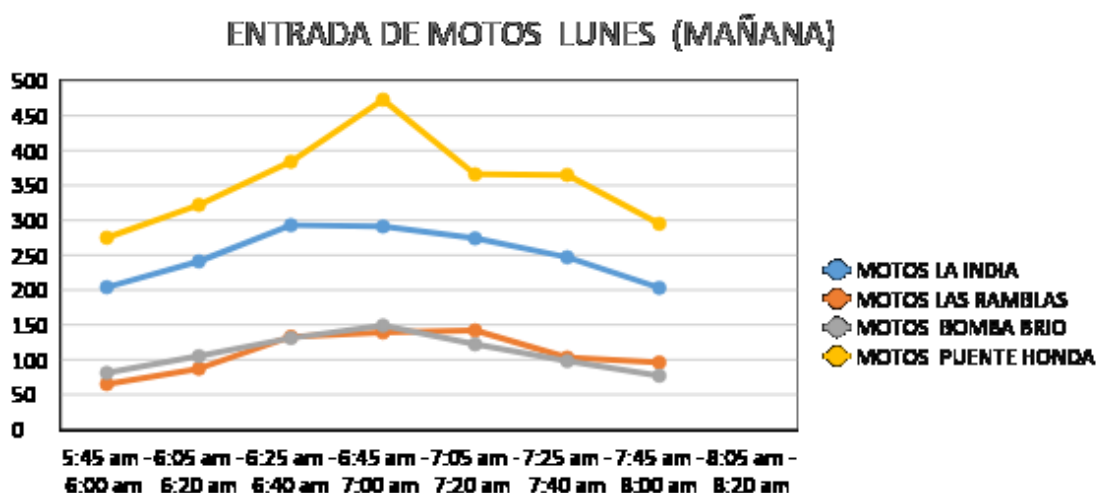
En el caso del punto de acceso denominado "Puente honda (Turbaco)", se evidencia que para la jornada tanto de la tarde como en la mañana de entrada y salida de la ciudad para todos los días de la semana, la cantidad de motos supera al resto de vehículos, donde se evidencia una notable diferencia. La tasa comparativa entre las motos y el resto de los vehículos llega a ser hasta de 1,8 veces, es decir que las motos son hasta 1,8 veces mayores en cantidad sobre el resto de vehículos en un mismo día y jornada.

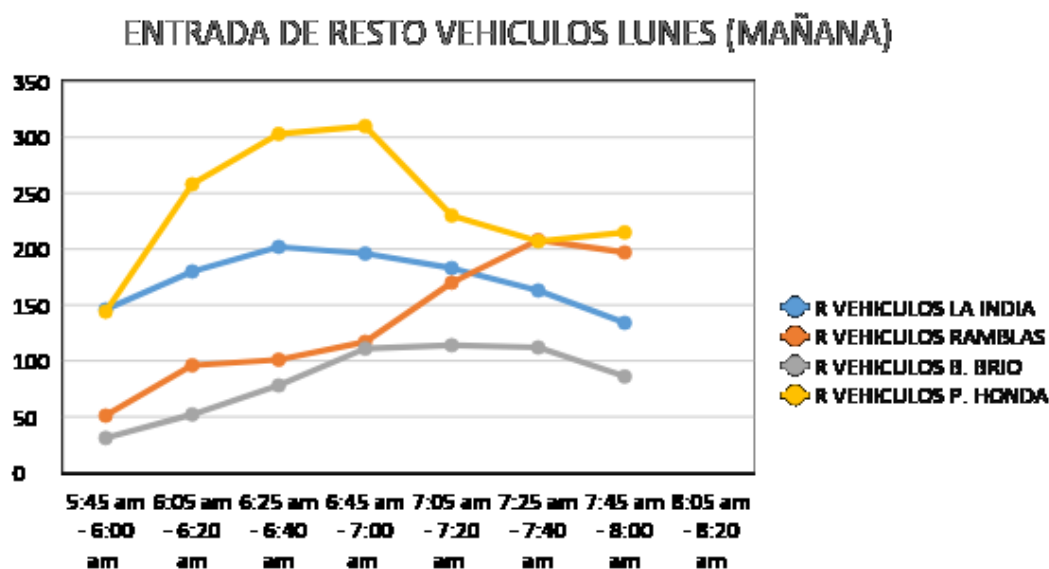
El día con mayor flujo de vehículos es el martes 10 de agosto donde se contabilizan 2781 motos de entrada a la ciudad y 1543 motos de salida en la mañana. Y el día con menor flujo en este punto es el viernes 6 de agosto donde se contabilizaron 2375 motos de entrada y 1408 motos de salida en la mañana.

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN VEHICULAR SIMULTÁNEA EN LOS CUATRO ACCESOS

- **LUNES 2 DE AGOSTO DEL 2021.**

- **ENTRADA - EN DIRECCIÓN A CARTAGENA (MAÑANA)**





Para el lunes 2 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultaneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos y resto de vehículos de entrada a la ciudad de Cartagena circulan por el “puente Honda” en toda la jornada de la mañana; Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado “Bomba brío”.

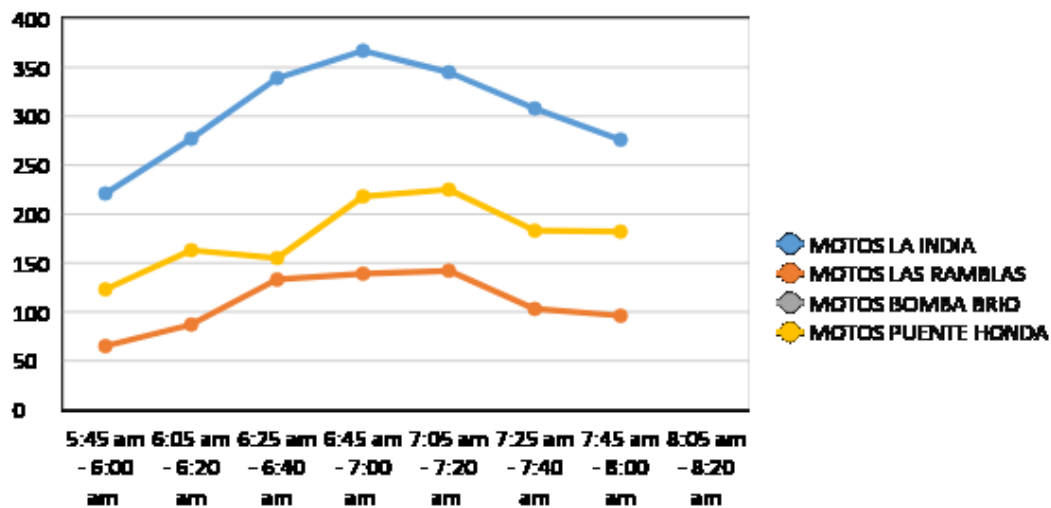
Según las gráficas, la hora pico, donde más vehículos circulan por los 4 accesos se presenta entre las 6:20 am hasta las 7:20 am, la cantidad de vehículos que circulan por dicha hora se presenta en la siguiente tabla.

Tabla x. Cantidad de vehículos que entran en la mañana por los 4 accesos en simultaneo en la hora pico del lunes 2 de agosto.

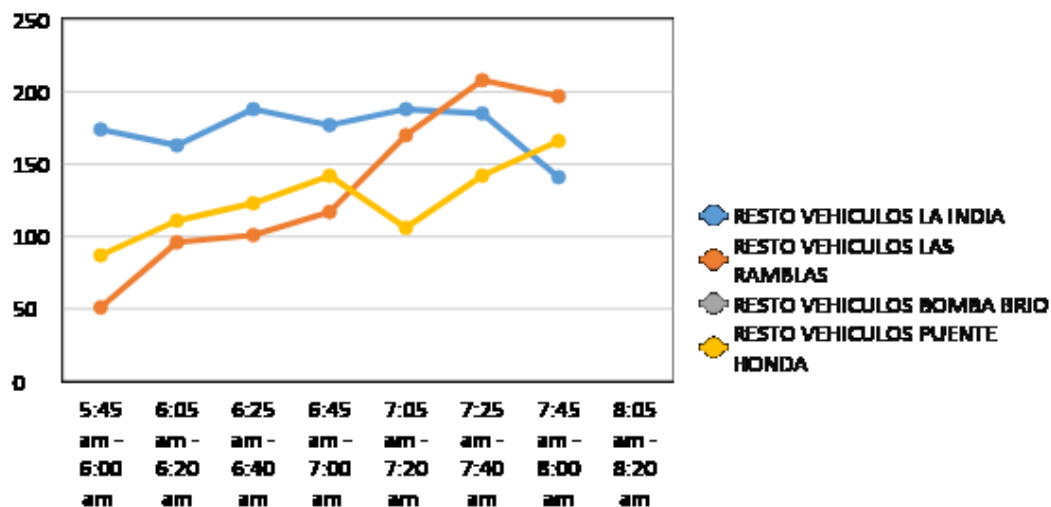
HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
6:25 am - 6:40 am	293	202	133	101	131	78	384	303
6:45 am - 7:00 am	291	196	139	117	149	111	473	310
7:05 am - 7:20 am	274	183	142	170	122	114	366	230
Total	858	581	414	388	402	303	1223	843

- SALIDA (MAÑANA)**

SALIDA DE MOTOS LUNES (MAÑANA)



SALIDA RESTO DE VEHICULOS LUNES (MAÑANA)



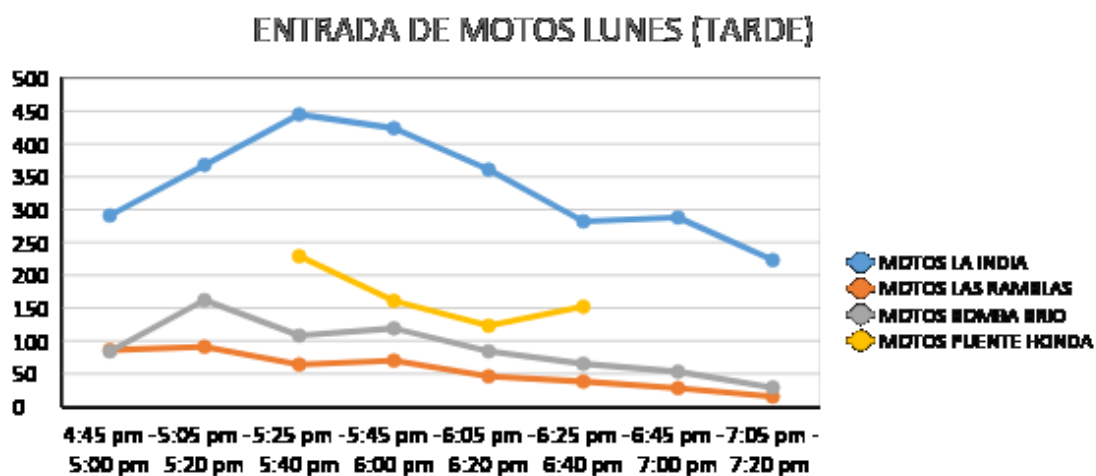
Para el lunes 2 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultaneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos de salida de ciudad de Cartagena circulan por la india en toda la jornada de la mañana; Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado las ramblas. Para el resto de vehículos de salida de ciudad de Cartagena el mayor flujo se presenta en la india, superado por el acceso las ramblas entre 7:25 am y 7:45 am, y por el puente honda entre las 7:45am y 8:00 am.

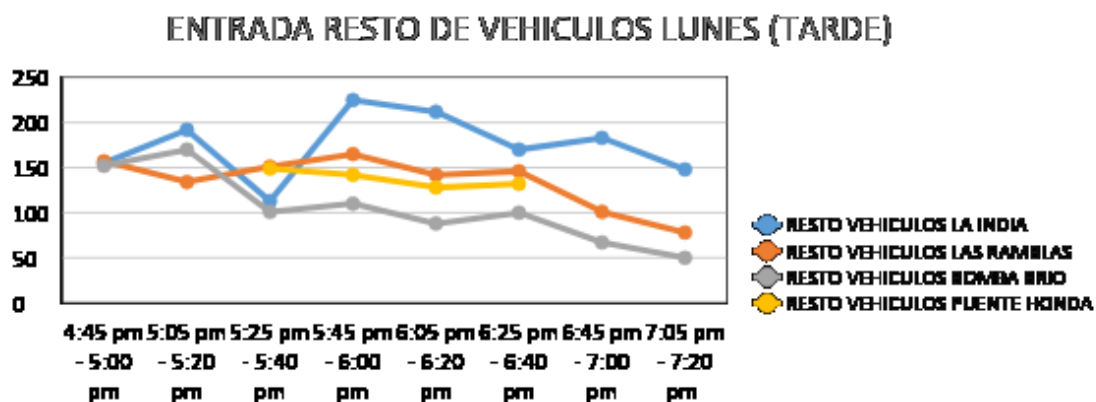
Según la gráfica, la hora pico, donde más motos circulan, se presentó entre las 6:25 am hasta las 7:25 am, para el resto de vehículos se presenta la hora pico hasta las 8:00 am, la cantidad de vehículos que circulan en estos horarios se presenta en la siguiente tabla.

Tabla x. Cantidad de vehículos que salen en la mañana por los 4 accesos en simultaneo en las horas pico del lunes 2 de agosto.

HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
6:25 am - 6:40 am	339	188	133	101	-	-	155	123
6:45 am - 7:00 am	367	177	139	117	-	-	218	142
7:05 am - 7:20 am	345	188	142	170	-	-	225	106
7:25 am - 7:40 am	308	185	103	208	-	-	183	142
7:45 am - 8:00 am	276	141	96	197	-	-	182	166
Total	1635	879	613	793	0	0	963	679

- ENTRADA (TARDE)





Para el lunes 2 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultáneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos de entrada de la ciudad de Cartagena circulan por la india en toda la jornada de la mañana; Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado las ramblas. Para el resto de vehículos de entrada de ciudad de Cartagena el mayor flujo se presenta en la india, superado por el acceso las ramblas y por el puente honda únicamente entre 5:25 pm y 5:40 pm.

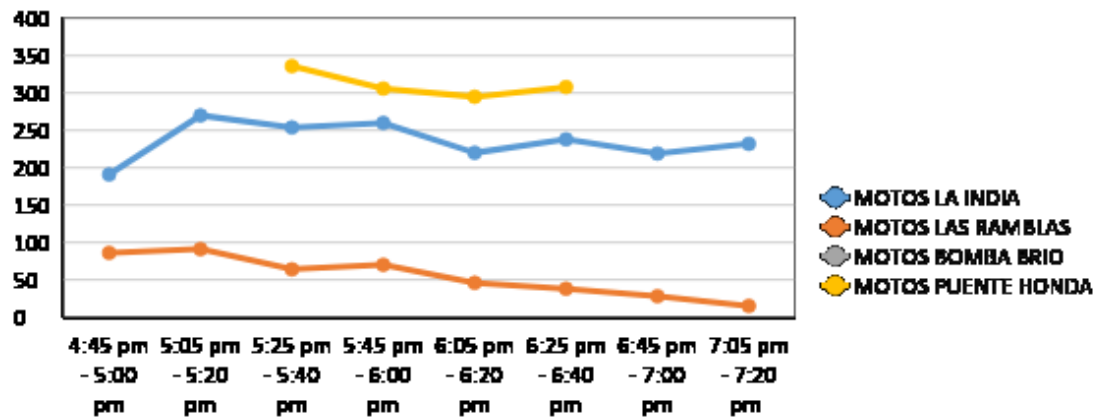
Según las gráficas mostradas anteriormente, la hora pico, donde más motos y resto de vehículos circulaban, se presentó entre las 5:25 pm hasta las 6:25 pm.

Tabla x. Cantidad de vehículos que entran en la tarde por los 4 accesos en simultaneo en las horas pico del lunes 2 de agosto.

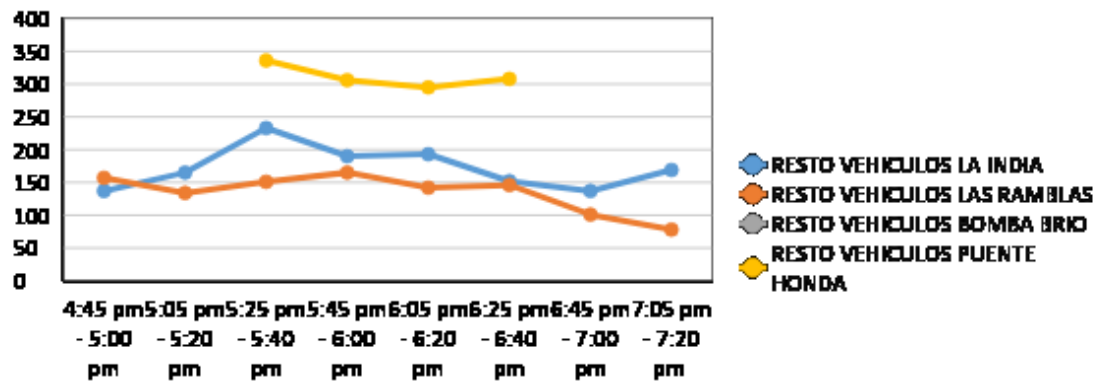
HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
	445	113	64	151	108	101	229	149
	424	225	70	165	119	110	161	142
	361	212	46	142	84	88	123	128
Total	1230	550	180	458	311	299	513	419

- **SALIDA (TARDE)**

SALIDA DE MOTOS LUNES (TARDE)



SALIDA DE RESTO DE VEHICULOS LUNES (TARDE)



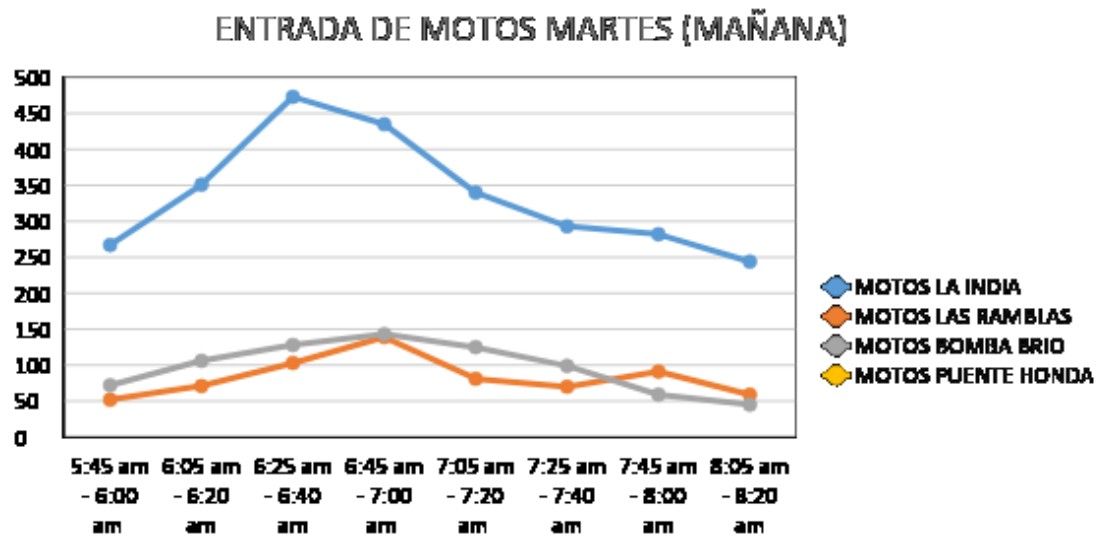
Para el lunes 2 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultáneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos y resto de vehículos de salida en la tarde de la ciudad de Cartagena circulan por el acceso puente honda (Turbaco); Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado las ramblas. Según las gráficas mostradas anteriormente, la hora pico, donde más motos y resto de vehículos circulaban, se presentó entre las 5:25 pm hasta las 6:25 pm.

Tabla x. Cantidad de vehículos que salen en la tarde por los 4 accesos en simultaneo en las horas pico del lunes 2 de agosto.

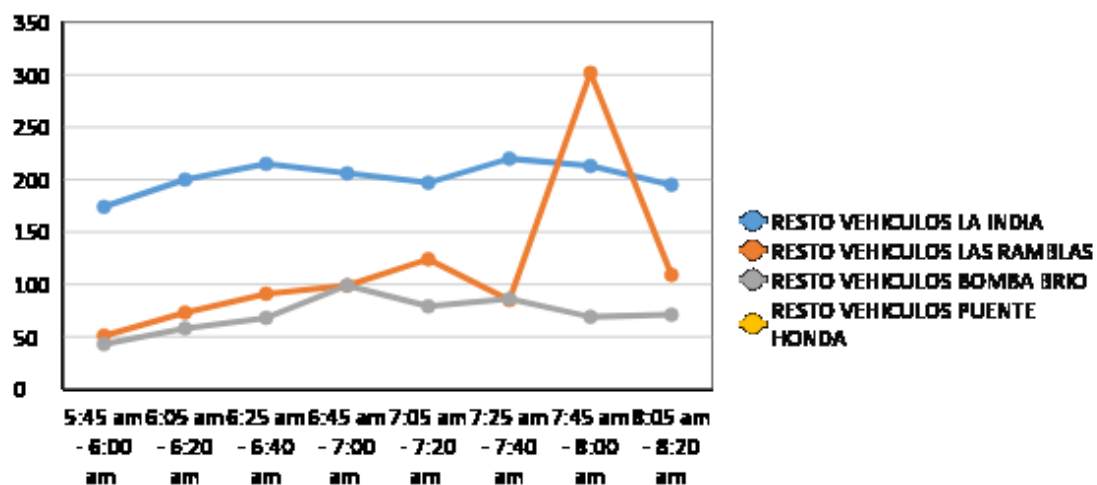
HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
	254	233	64	151	-	-	336	182
	260	190	70	165	-	-	306	196
	220	193	46	142	-	-	295	215
Total	734	616	180	458	-	-	937	593

- MARTES 10 DE AGOSTO DEL 2021.**

- ENTRADA (MAÑANA)



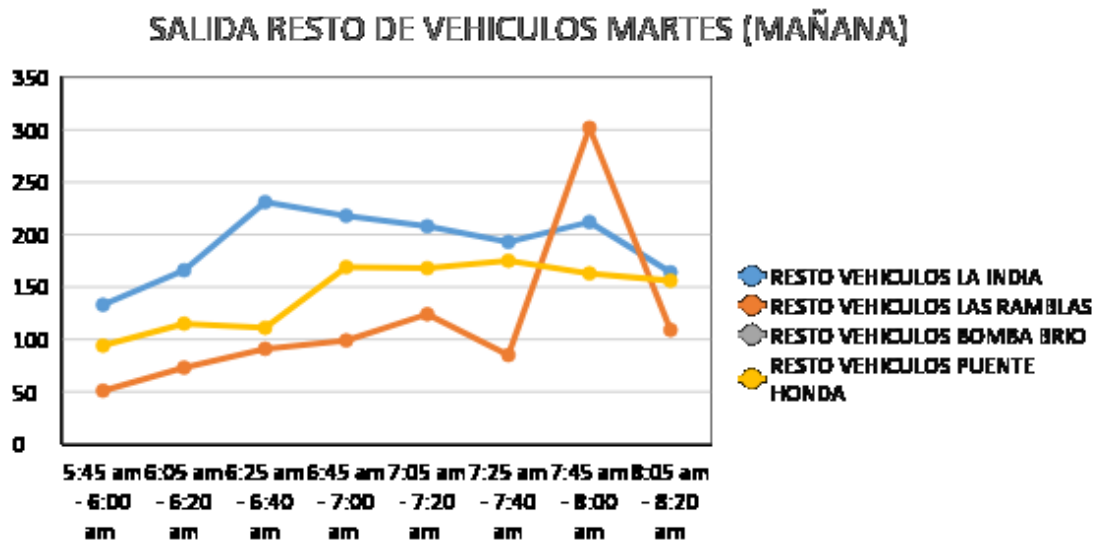
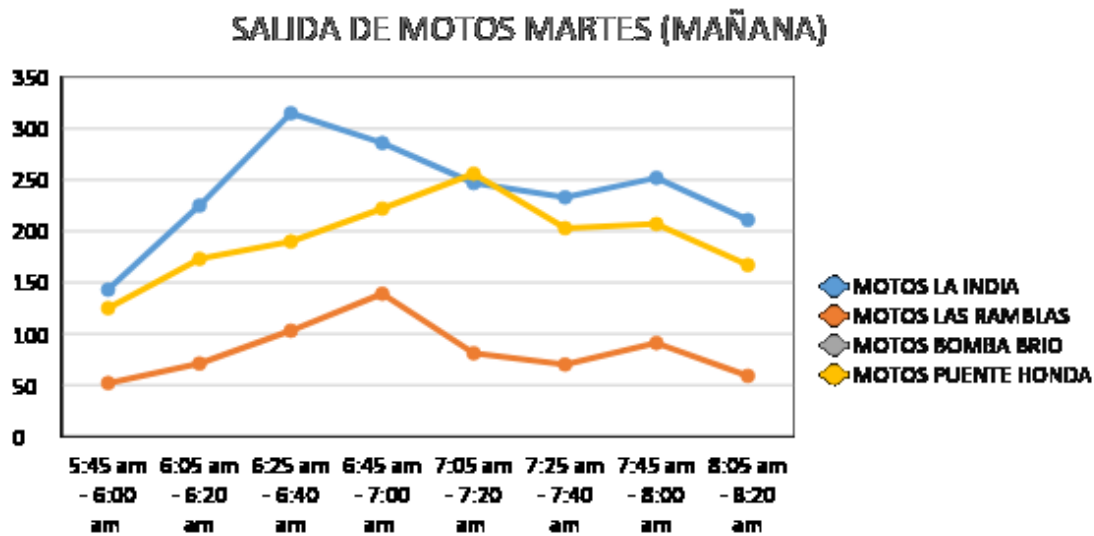
ENTRADA RESTO DE VEHICULOS DEL MARTES (MAÑANA)



Para el martes 10 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultáneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos y resto de vehículos de entrada en la mañana de la ciudad de Cartagena circulan por el acceso denominado la india; Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado bomba brío. Según las gráficas mostradas anteriormente, la hora pico, donde más motos y resto de vehículos circulaban, se presentó entre las 6:25 am hasta las 7:25 am.

HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
6:25 am - 6:40 am	473	215	103	91	128	68	-	-
6:45 am - 7:00 am	435	206	139	99	143	99	-	-
7:05 am - 7:20 am	340	197	81	124	125	79	-	-
Total	1248	618	323	314	396	246	-	-

- SALIDA (MAÑANA)



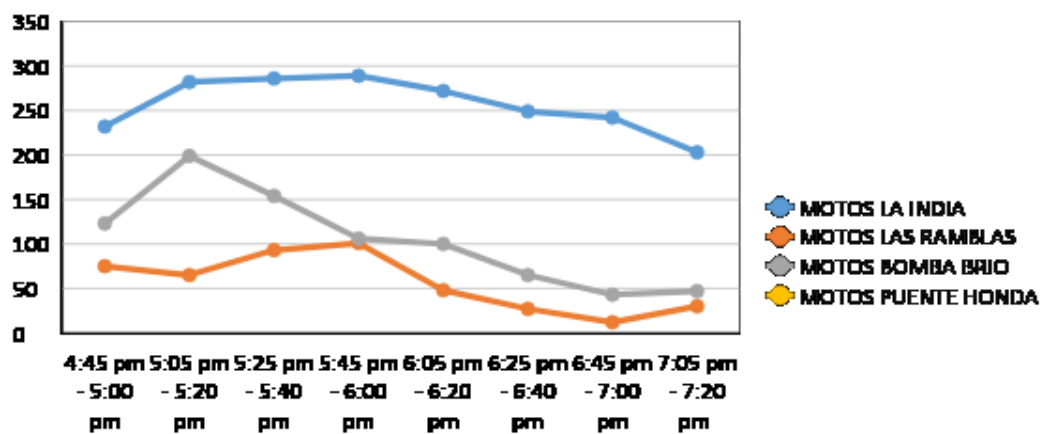
Para el martes 10 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultáneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos y resto de vehículos de salida en la mañana de la ciudad de Cartagena circulan por el acceso denominado la india ; Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado las ramblas . Según las gráficas mostradas anteriormente, la hora

pico, donde más motos y resto de vehículos circulaban, se presentó entre las 6:25 am hasta las 7:25 am.

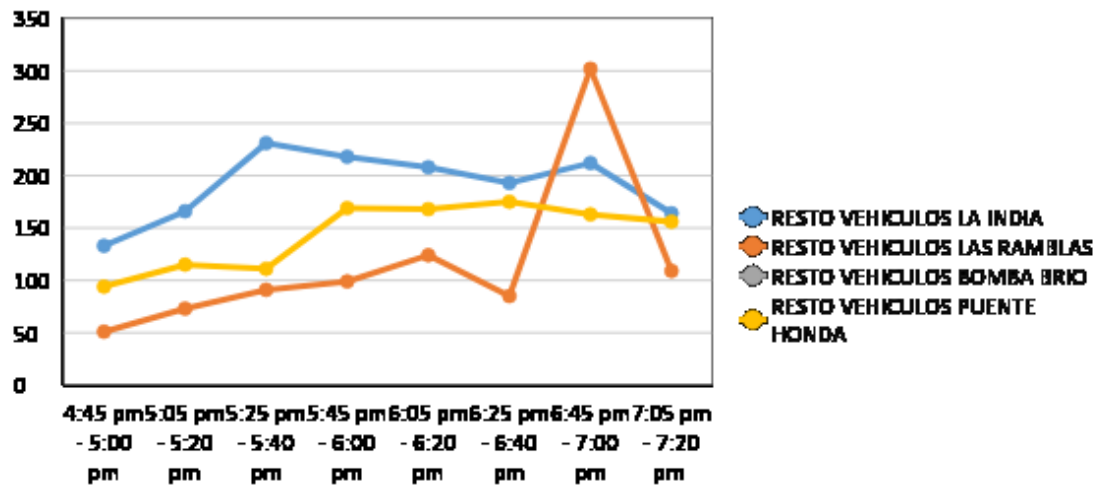
HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
6:25 am - 6:40 am	315	231	103	91	-	-	190	111
6:45 am - 7:00 am	286	218	139	99	-	-	222	169
7:05 am - 7:20 am	247	208	81	124	-	-	256	168
Total	848	657	323	314	0	0	668	448

- ENTRADA (TARDE)

ENTRADA DE MOTOS MARTES (TARDE)



ENTRADA RESTO DE VEHICULOS MARTES (TARDE)

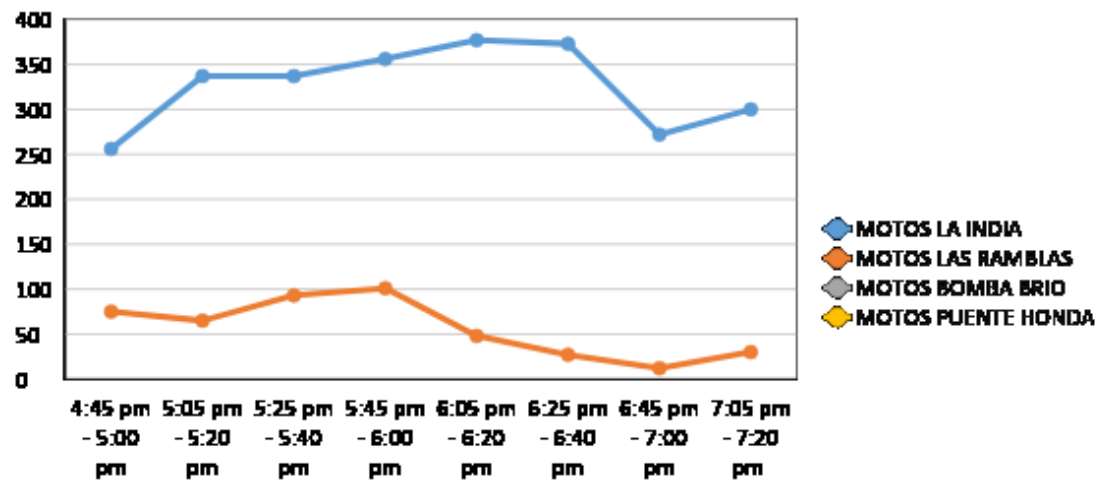


Para el martes 10 de agosto del 2021, por los 4 accesos en simultaneo se puede evidenciar que la mayor cantidad de motos y resto de vehículos de entrada en la tarde de la ciudad de Cartagena circulan por el acceso denominado la india; Y el menor flujo se presenta en el acceso denominado las ramblas. Según las gráficas mostradas anteriormente, la hora pico, donde más motos y resto de vehículos circularon, se presentó entre las 4:45 pm hasta las 5:45 pm y entre las 5:05pm a 6:05 pm, respectivamente.

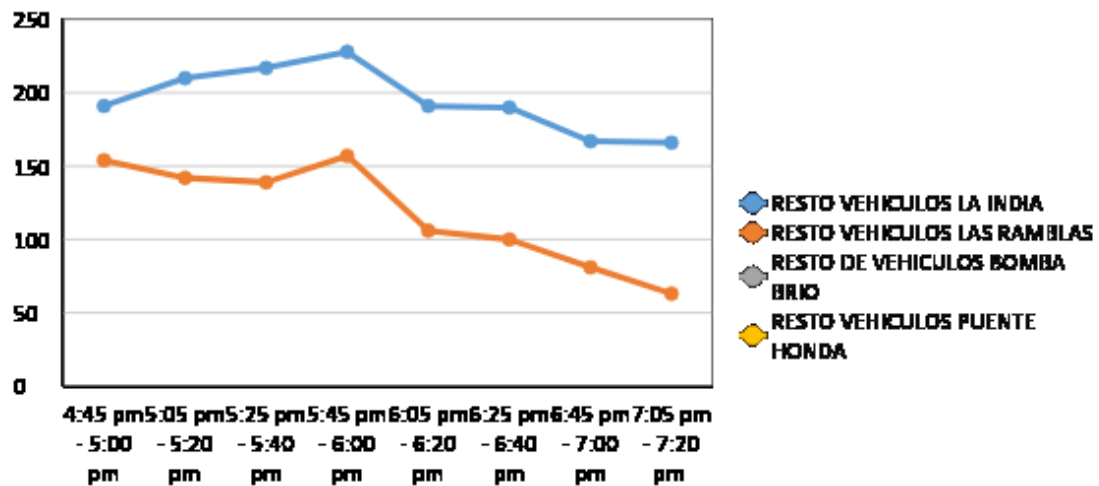
HORA	LA INDIA		LAS RAMBLAS		BOMBA BRIO		PUENTE HONDA(TURBACO)	
	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS	RESTO VEHICULOS	MOTOS ENTRADA	RESTO VEHICULOS
4:45 pm - 5:00 pm	232	195	75	154	123	176	-	-
5:05 pm - 5:20 pm	282	199	65	142	199	305	-	--
5:25 pm - 5:40 pm	286	197	93	139	154	234	-	-
5:45 pm - 6:00 pm	289	224	101	157	106	167	-	-
Total	1089	815	334	592	582	882	-	-

- SALIDA (TARDE)

SALIDA DE MOTOS MARTES (TARDE)



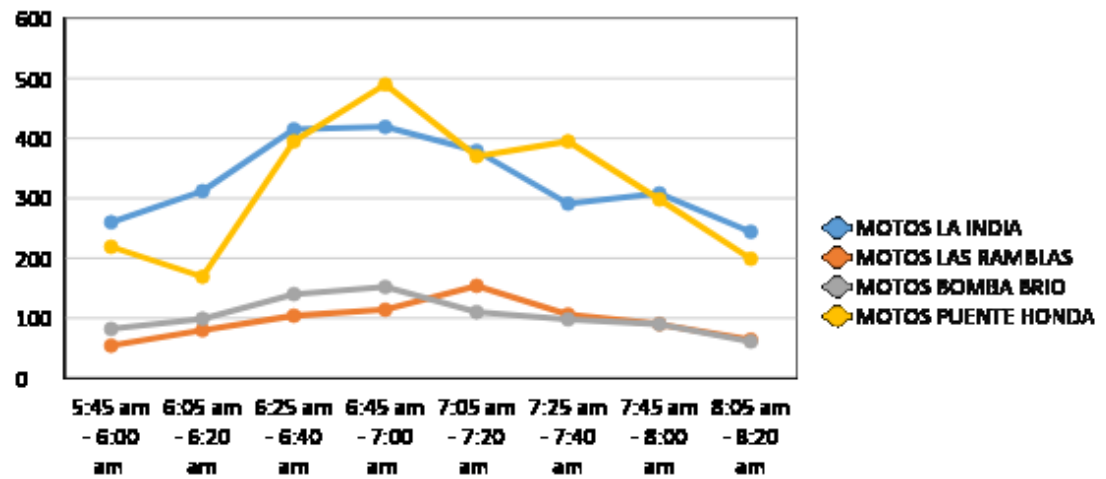
SALIDA RESTO DE VEHICULOS MARTES (MAÑANA)



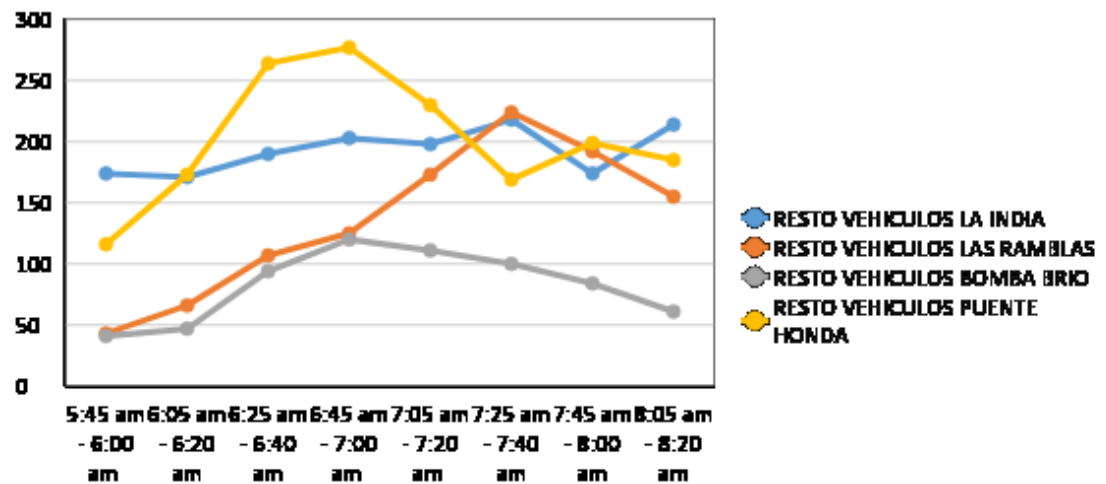
- **MIÉRCOLES 4 DE AGOSTO DEL 2021**

- **ENTRADA (MAÑANA)**

ENTRADA DE MOTOS MIÉRCOLES (MAÑANA)

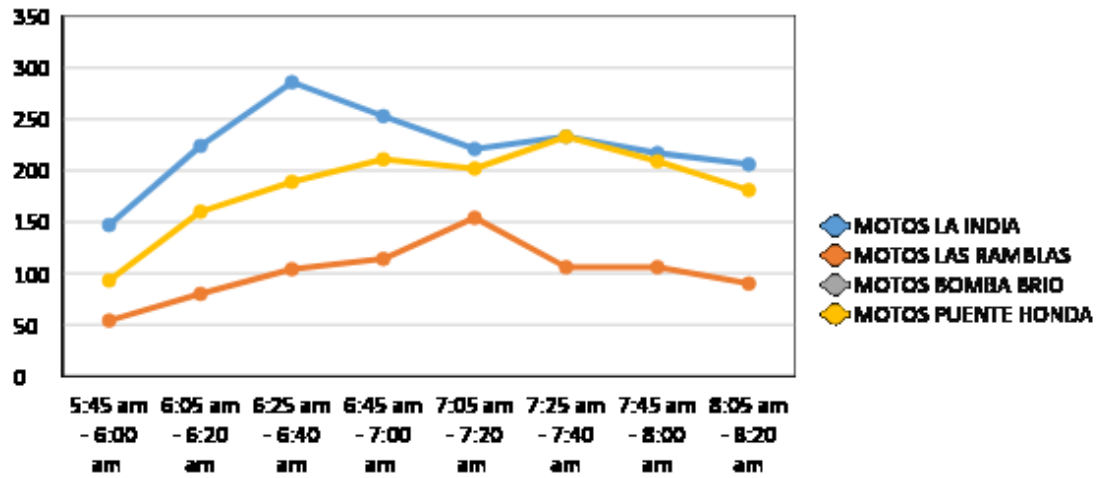


ENTRADA RESTO DE VEHICULOS MIÉRCOLES (MAÑANA)

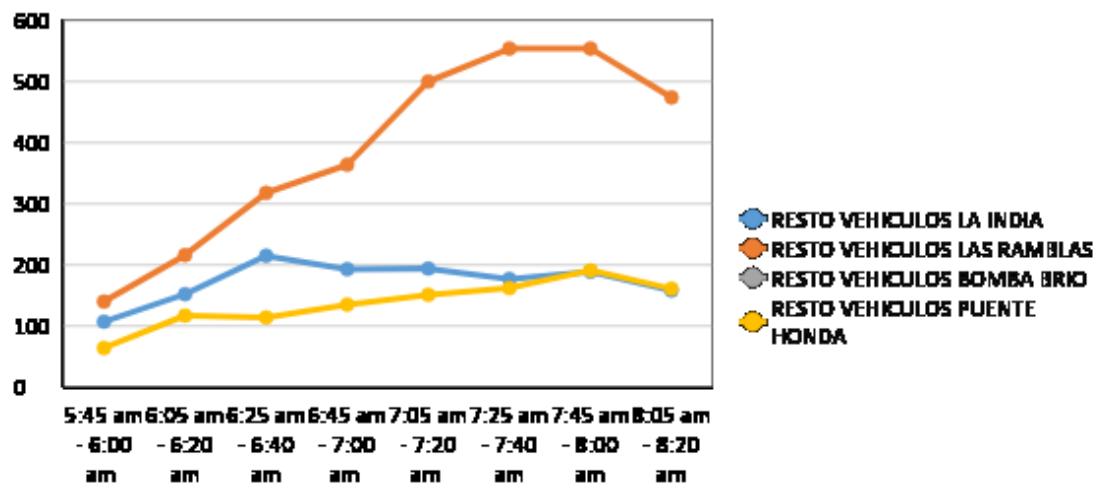


- SALIDA (MAÑANA)

SALIDA DE MOTOS MIERCOLES (MAÑANA)

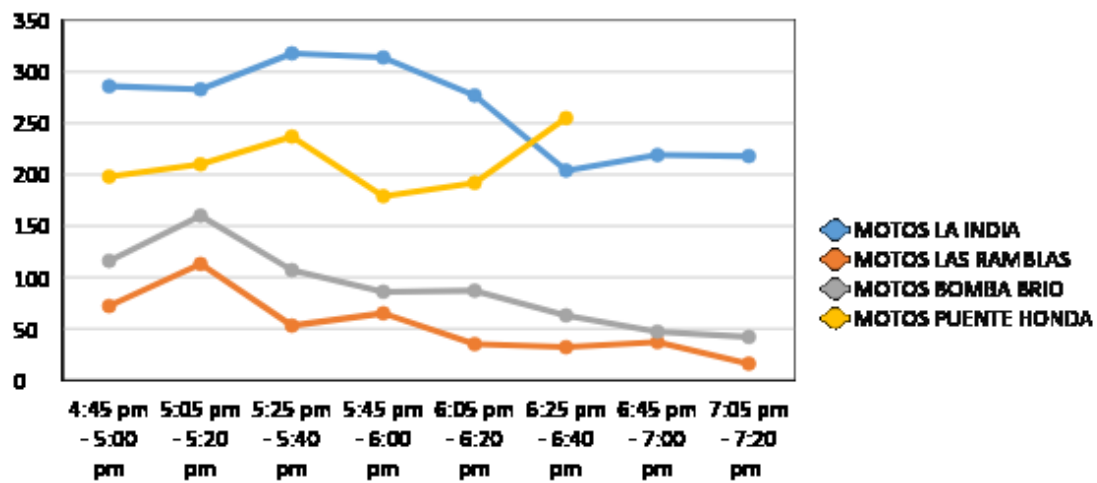


SALIDA RESTO DE VEHICULOS MIERCOLES (MAÑANA)

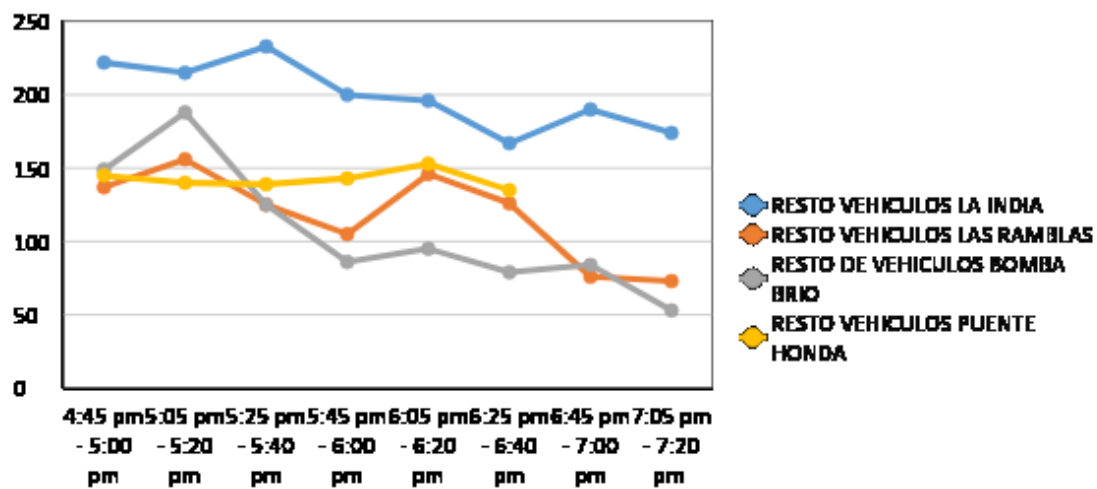


- ENTRADA(TARDE)

ENTRADA DE MOTOS MIERCOLES (TARDE)

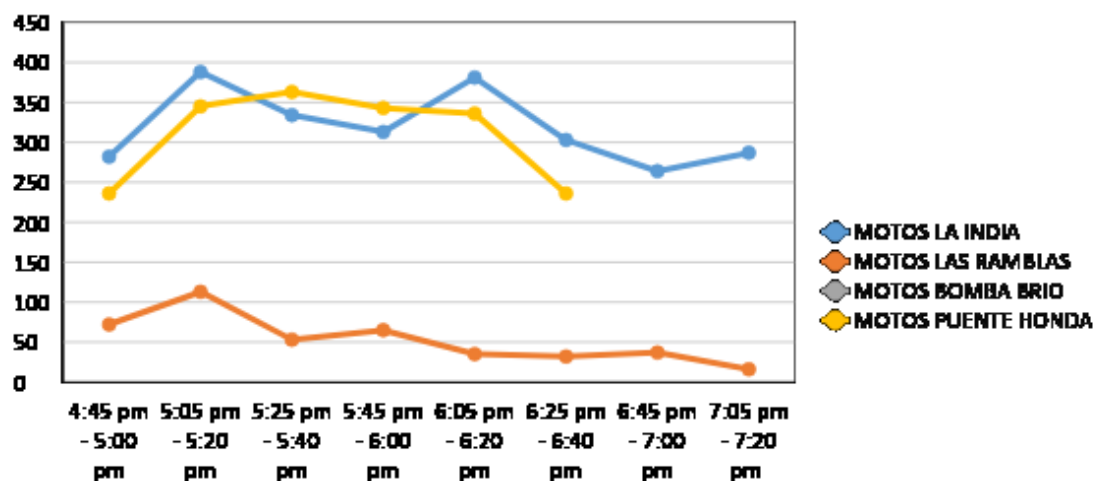


SALIDA RESTO DE VEHICULOS MARTES (MAÑANA)

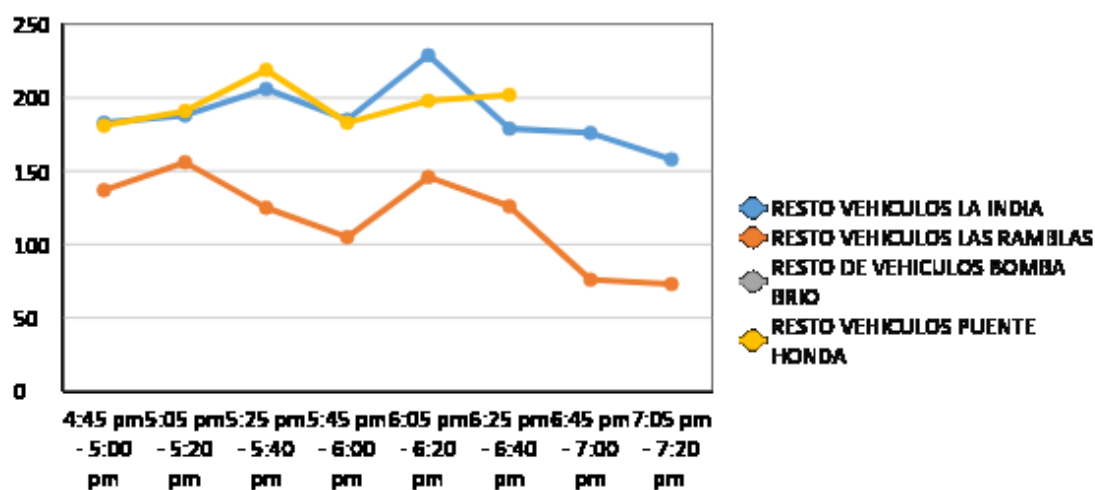


- SALIDA (TARDE)

SALIDA DE MOTOS MIERCOLES (TARDE)

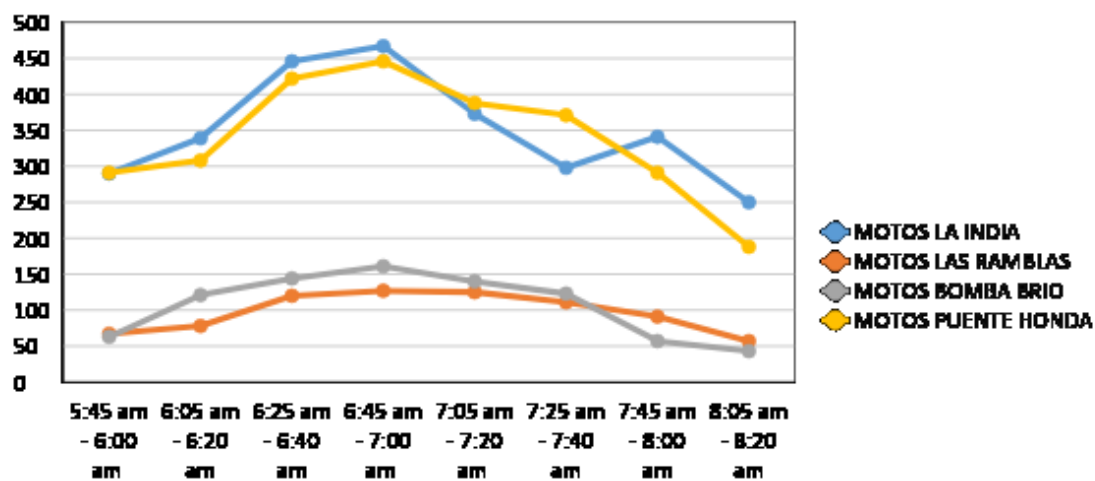


SALIDA RESTO DE VEHICULOS MARTES (MAÑANA)

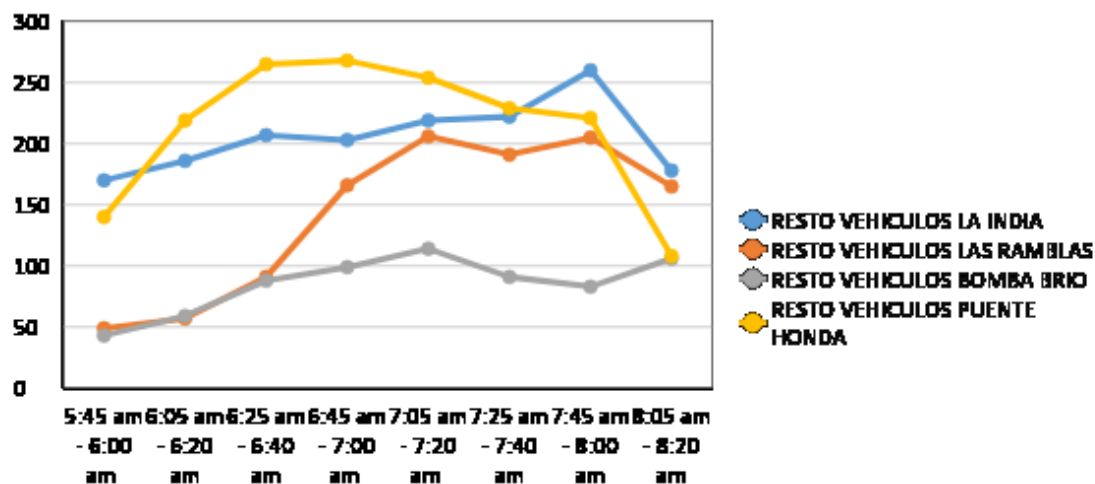


• JUEVES 12 DE AGOSTO DEL 2021

ENTRADA DE MOTOS JUEVES (MAÑANA)

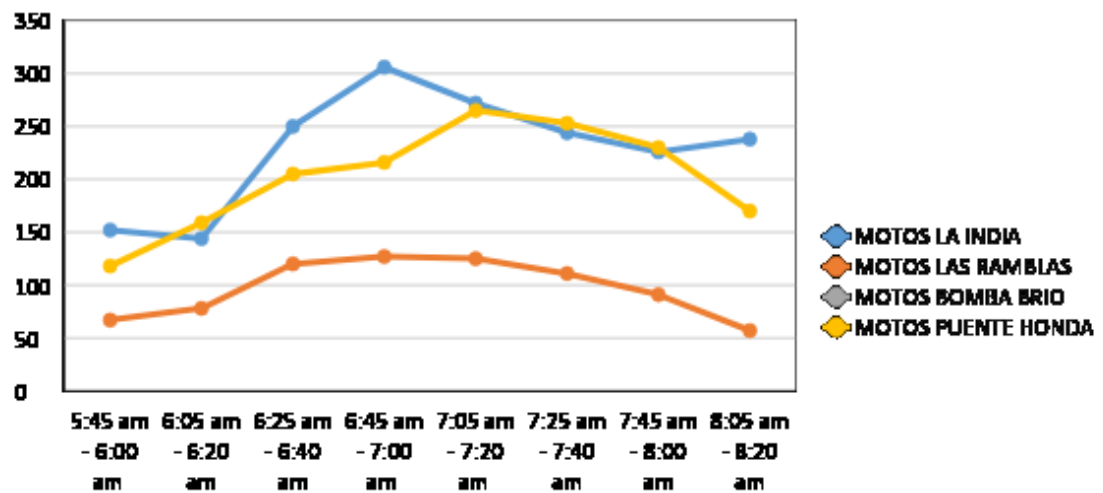


ENTRADA RESTO DE VEHICULOS JUEVES (MAÑANA)

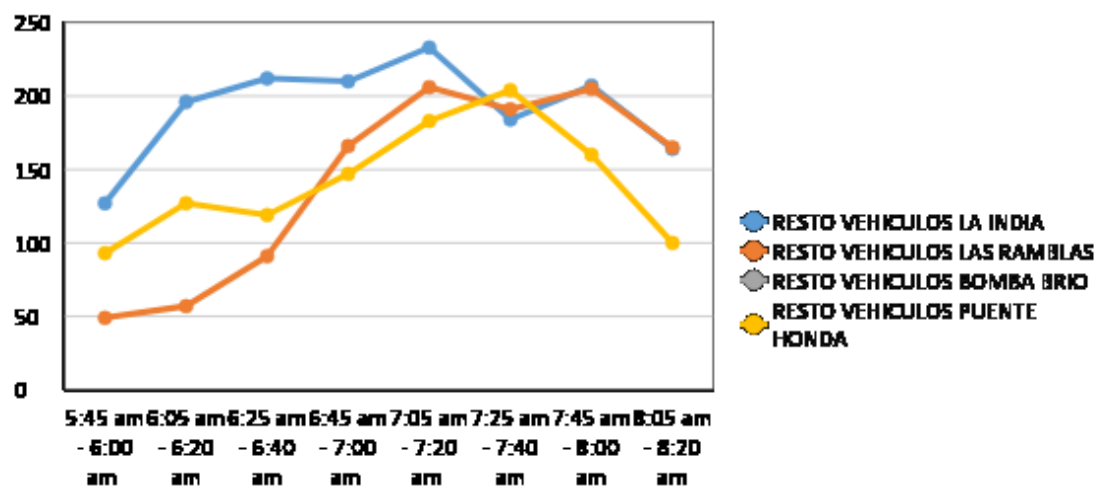


- SALIDA (MAÑANA)

SALIDA DE MOTOS JUEVES (MAÑANA)

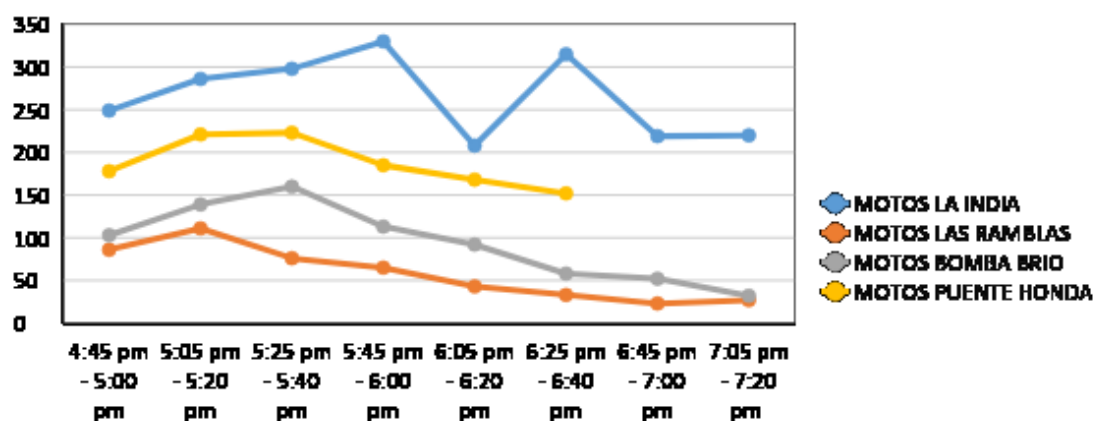


SALIDA RESTO DE VEHICULOS JUEVES (MAÑANA)

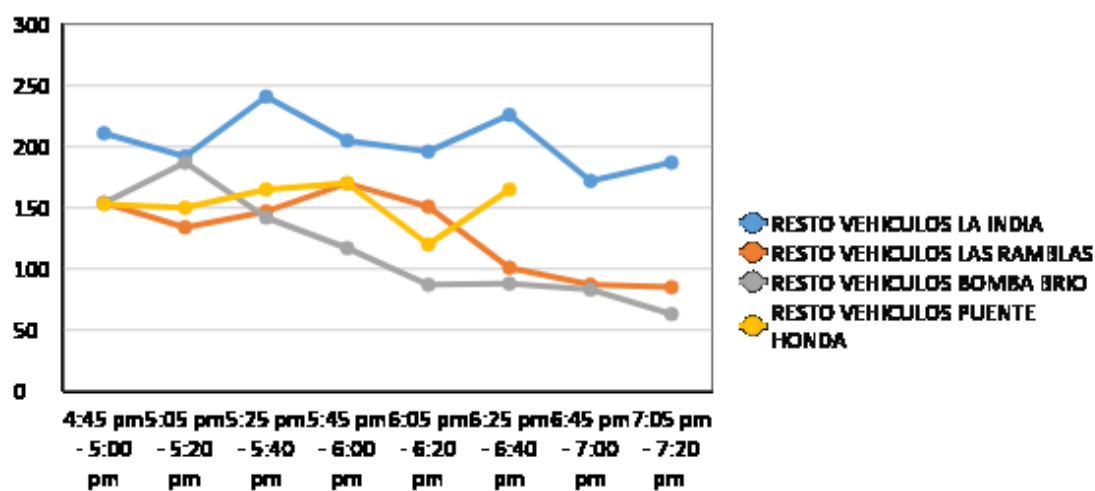


- ENTRADA (TARDE)

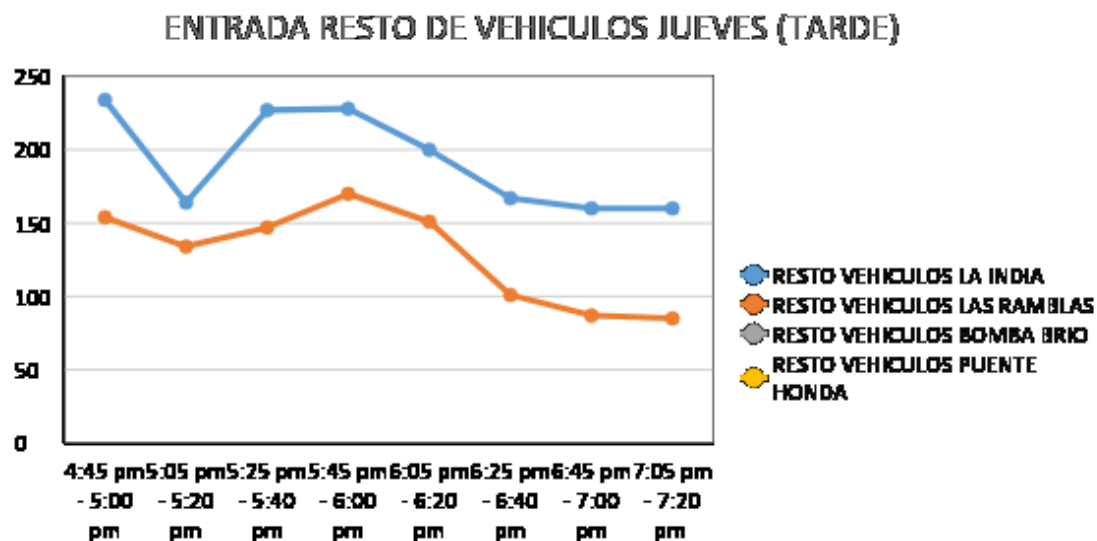
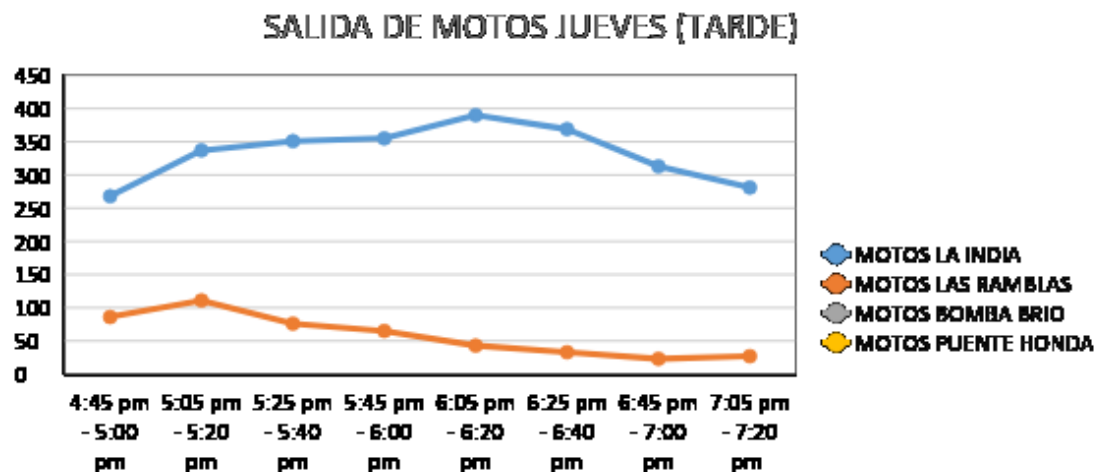
ENTRADA DE MOTOS JUEVES (TARDE)



ENTRADA RESTO DE VEHICULOS JUEVES (TARDE)

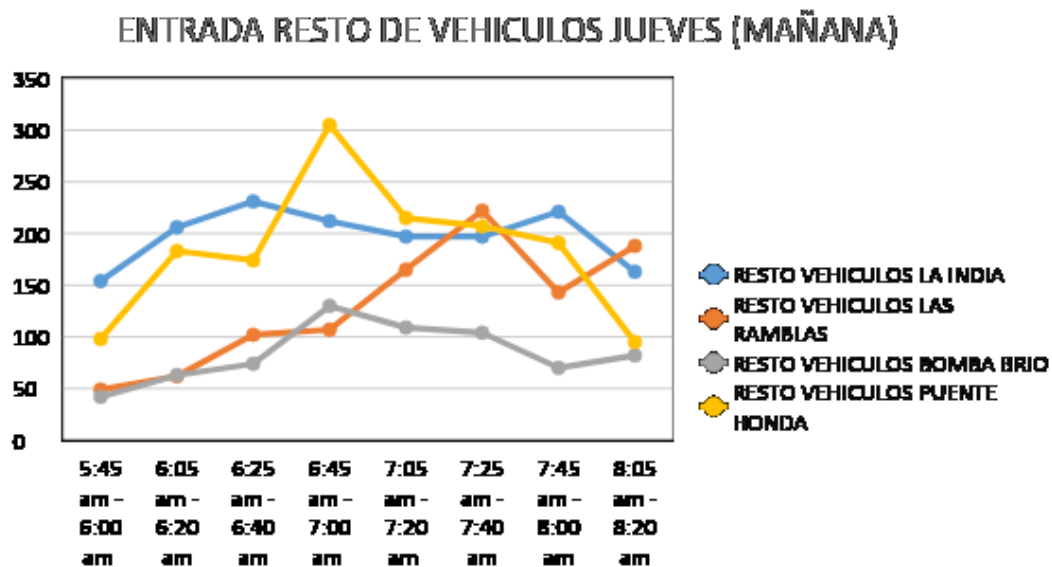
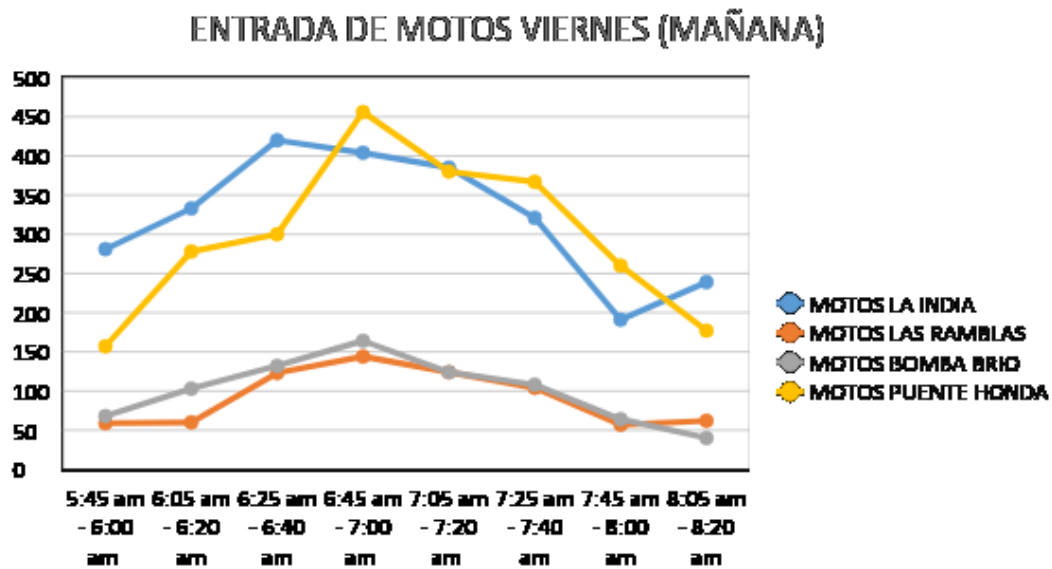


- SALIDA (TARDE)



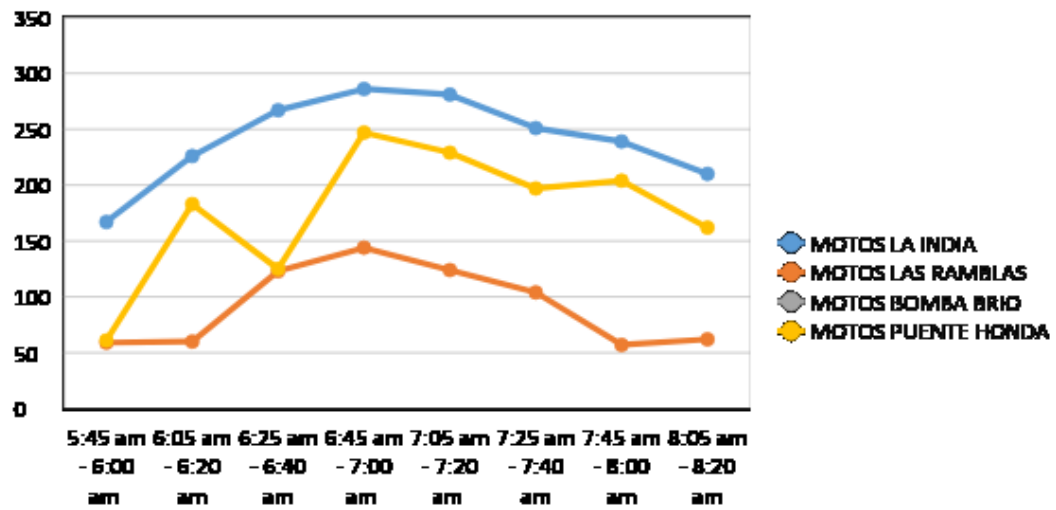
- **VIERNES 6 DE AGOSTO DEL 2021.**

- **ENTRADA (MAÑANA)**

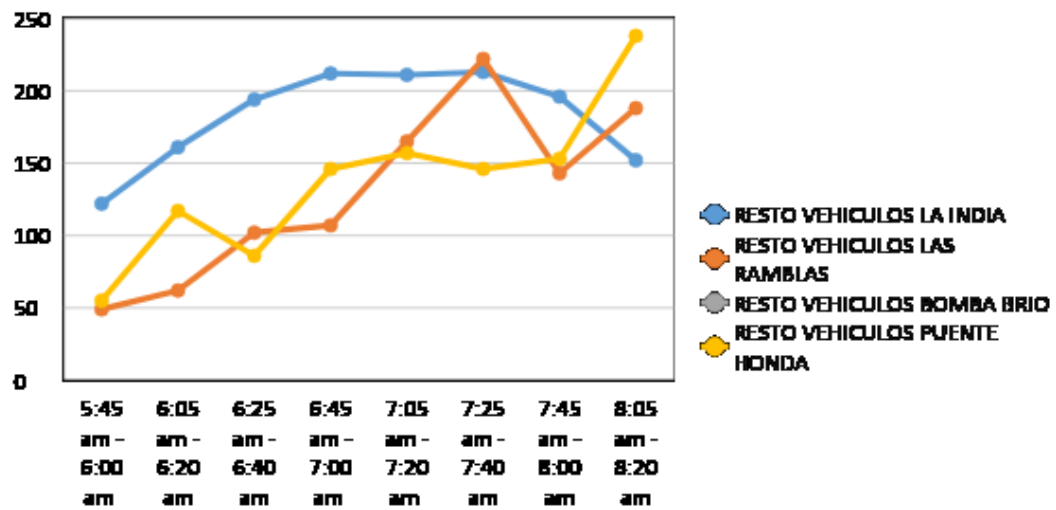


- SALIDA (MAÑANA)

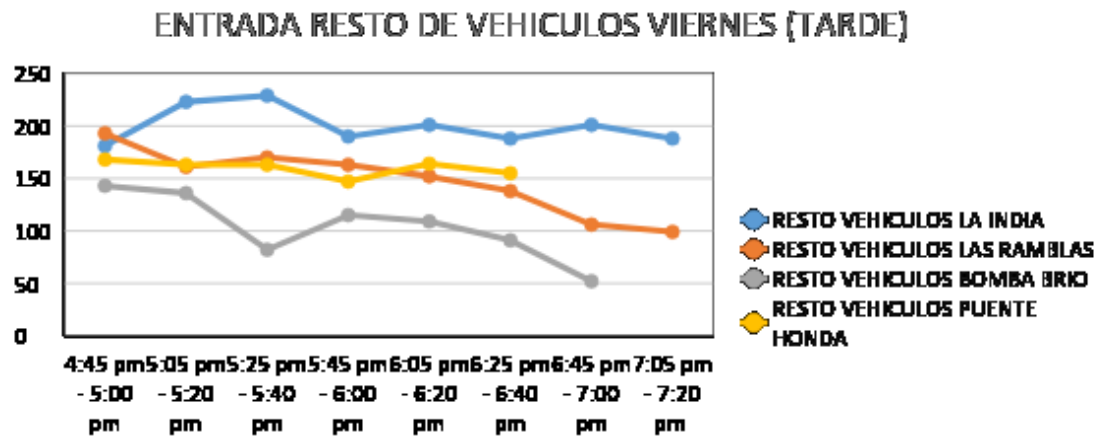
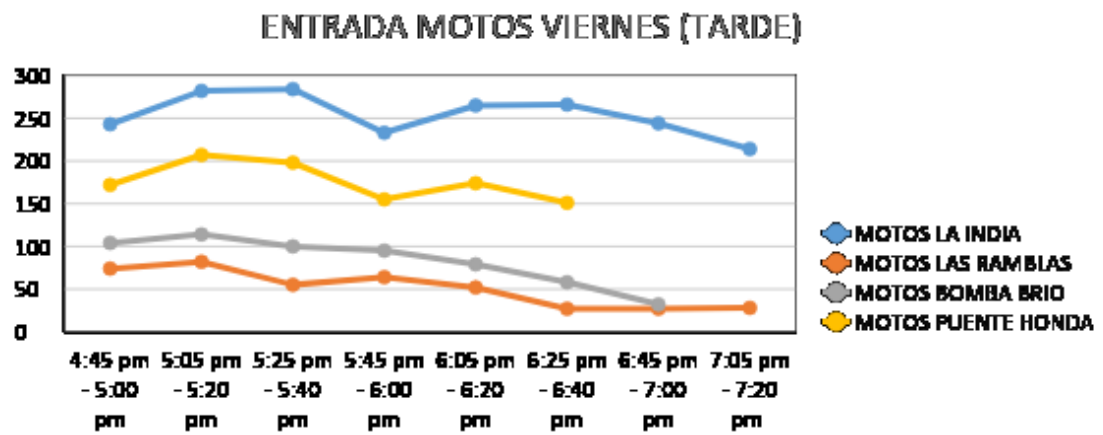
SALIDA DE MOTOS VIERNES (MAÑANA)



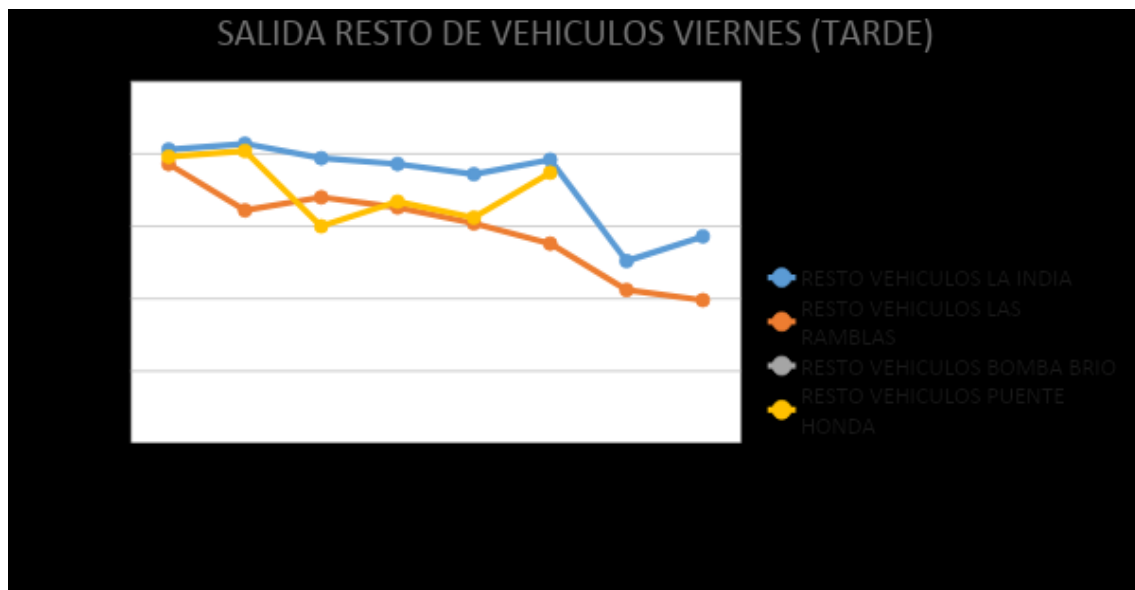
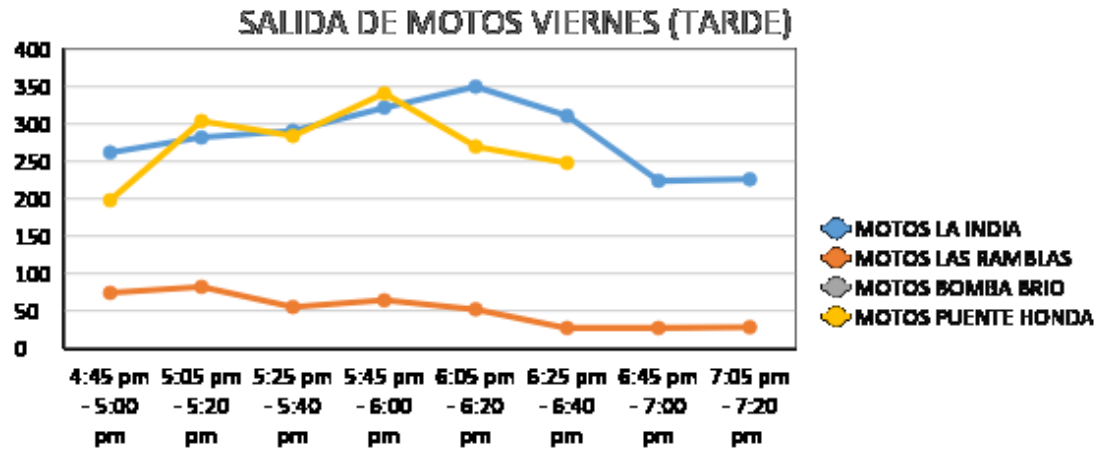
SALIDA RESTO DE VEHICULOS VIERNES (MAÑANA)



- ENTRADA (TARDE)

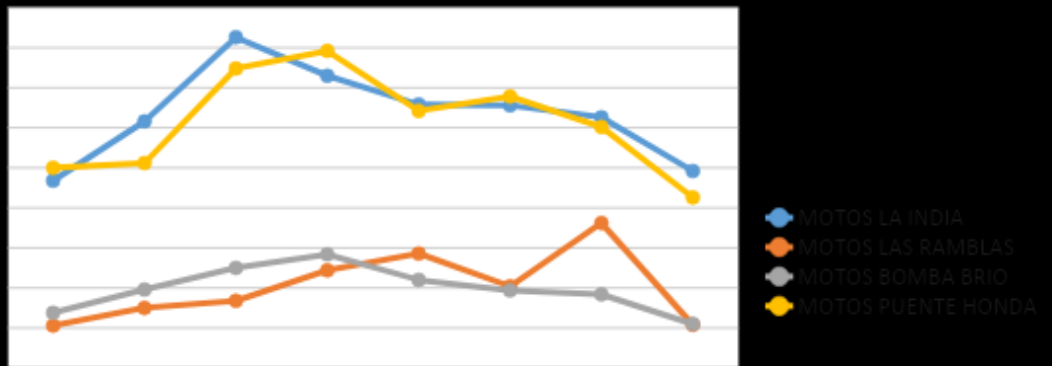


- SALIDA (TARDE)

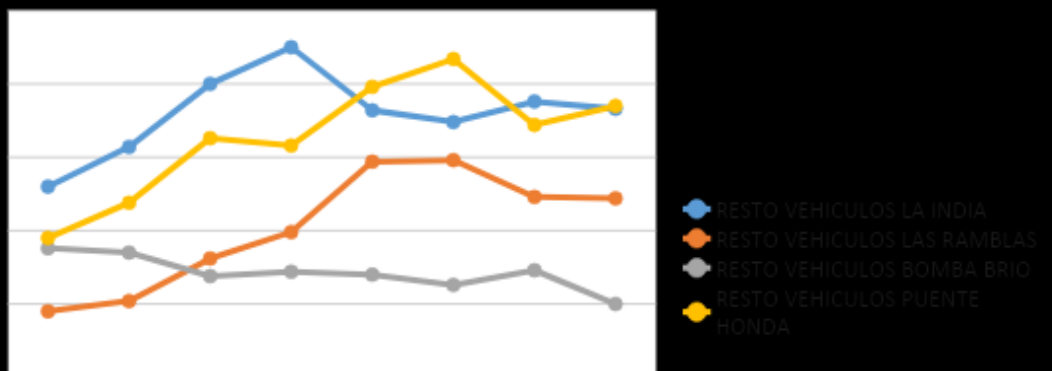


- **SABADO 14 DE AGOSTO DEL 2021.**
- ENTRADA (MAÑANA)

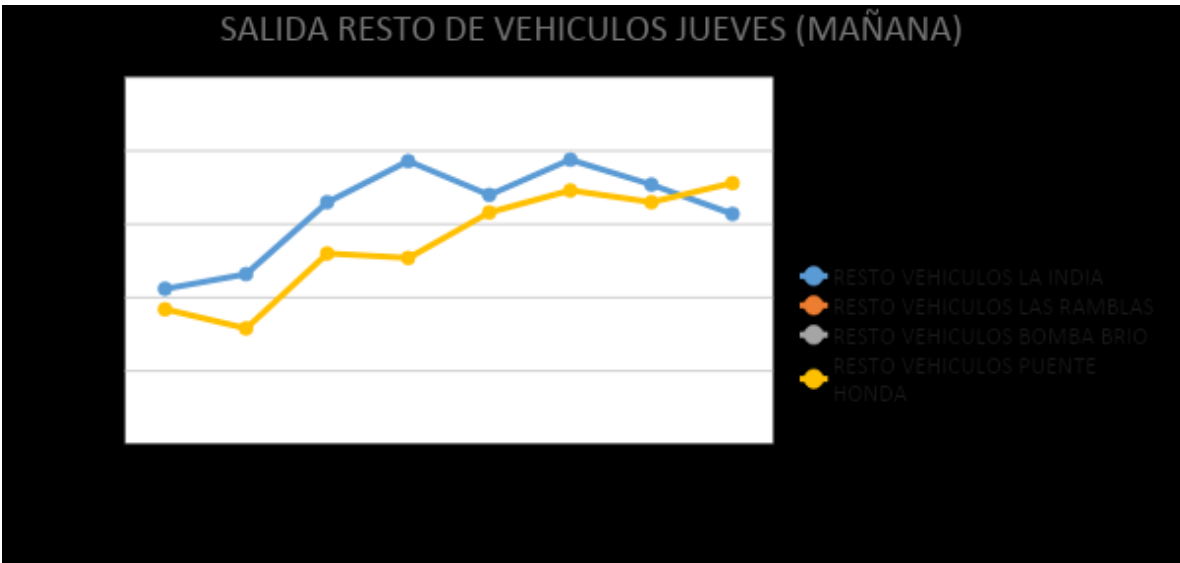
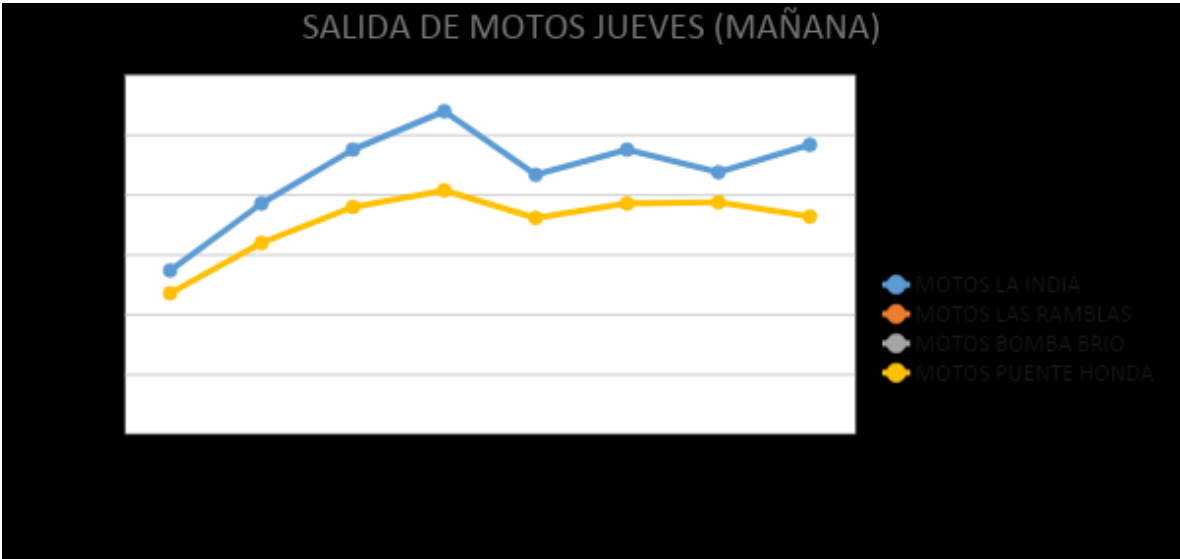
ENTRADA DE MOTOS JUEVES (MAÑANA)



ENTRADA RESTO DE VEHICULOS SABADO (MAÑANA)

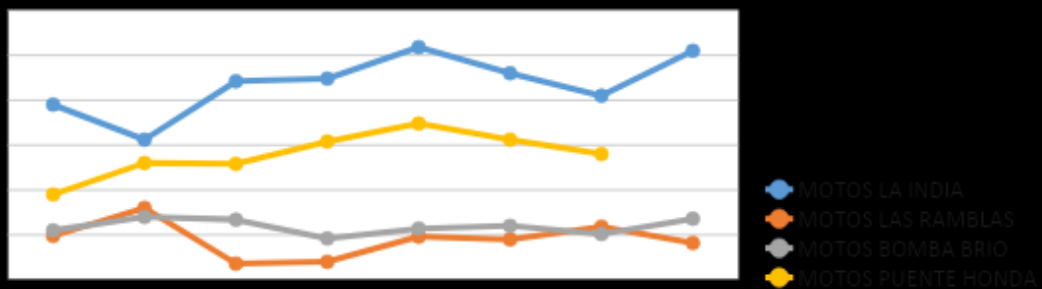


- SALIDA(MAÑANA)

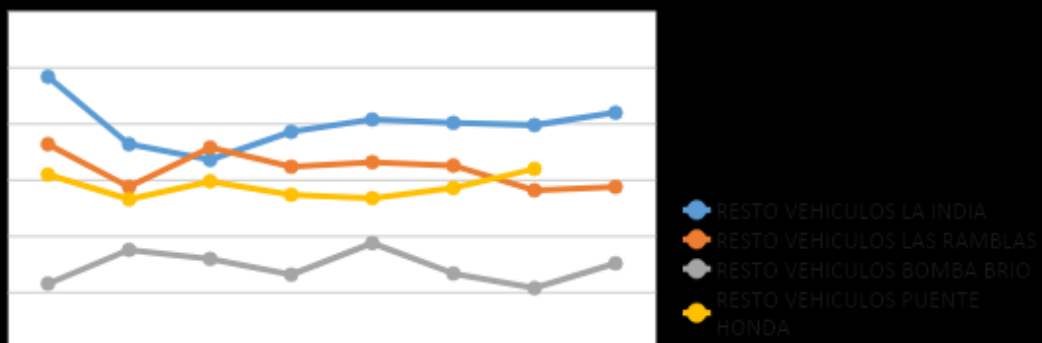


- ENTRADA (TARDE)

ENTRADA DE MOTOS JUEVES (TARDE)

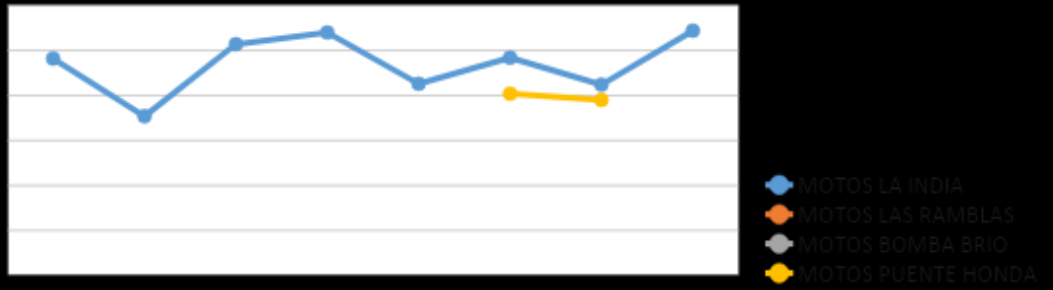


ENTRADA RESTO DE VEHICULOS JUEVES (TARDE)

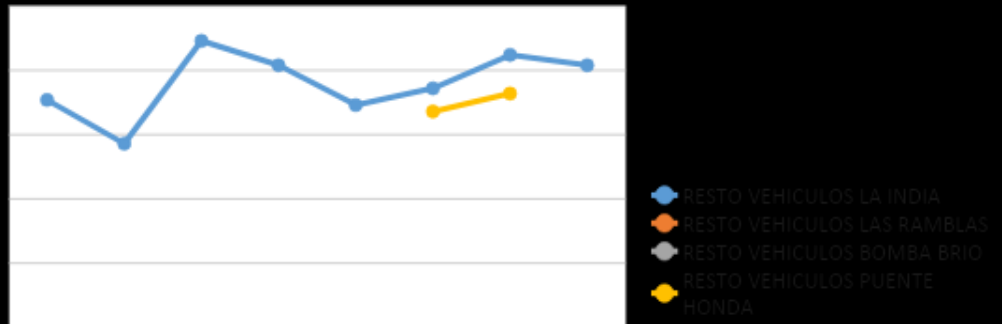


- SALIDA (TARDE)

SALIDA DE MOTOS SABADO (TARDE)



SALIDA RESTO DE VEHICULOS SABADO (TARDE)



Anexo E. Aportación de la AGE (2023). “Logística urbana y puerto de Cartagena de Indias. Tensiones y desafíos”

Capítulo libro:

AMEZQUITA LÓPEZ, J., JURADO ALMONTE, J.M. y ARRIETA GONZALEZ, E. (2023). “Logística urbana y puerto de Cartagena de Indias. Tensiones y desafíos”, en MÁRQUEZ, J.A. y PINEDA, M. (Dir.): *Gobernanza, comunidades sostenibles y espacios portuarios*. Asociación de Geógrafos Españoles (AGE), Madrid, pp. 1.323-1.350, ISBN 978-84-126292-0-0. <https://doi.org/10.21138/dl/2023.lc>
<https://www.age-geografia.es/site/publicaciones/dl/2023/lc.pdf>
[https://www.academia.edu/97605118/AMEZQUITA L%C3%93PEZ J JURADO ALMONTE J M y ARRIETA GONZALEZ E 2023 Log%C3%ADstica Urbana y Puerto de Cartagena de Indias Tensiones y desaf%C3%ADos](https://www.academia.edu/97605118/AMEZQUITA_L%C3%93PEZ_J_JURADO_ALMONTE_J_M_y_ARRIETA_GONZALEZ_E_2023_Log%C3%ADstica_Urbana_y_Puerto_de_Cartagena_de_Indias_Tensiones_y_desaf%C3%ADos)
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=917226>

Resumen:

Esta reflexión se enfoca en las tensiones y desafíos que se evidencian entre la operación de los enclaves del sistema portuario de Cartagena de Indias frente a las condiciones y desempeño de la logística urbana de mercancías y transporte de personas en la ciudad de Cartagena de Indias.

A partir del análisis sobre la gestión de proyectos vinculados a la infraestructura portuaria se identifican los productos y resultados de la interacción de los flujos de carga de comercio internacional versus la dinámica o diferenciación en las condiciones de logística urbana, en términos de volúmenes de flujos y capacidades de la red vial, además de costos y tiempos de distribución de mercancías.

Considerando la evaluación de los efectos previsibles y disruptivos del sistema portuario sobre los factores de desempeño de la logística urbana, se recomiendan ajustes a las iniciativas y proyectos de intervención asociados con el plan de Ordenamiento Distrital que se encuentra actualmente en revisión.

Indicios de calidad:

Las ediciones de la AGE se encuentran en un lugar relevante del catálogo SPI. En concreto tiene un ICEE de 13 y en la posición

LOGÍSTICA URBANA Y PUERTO DE CARTAGENA DE INDIAS. TENSIONES Y DESAFÍOS

Julio Amézquita López
Orcid: 0000-0002-6032-5910
Universidad de Cartagena
ipreg1@unicartagena.edu.co

José Manuel Jurado Almonte
Orcid: 0000-0001-8948-3165
Universidad de Huelva
jurado@dgf.uhu.es

Estefanía Arrieta González
Orcid:0000-0001-5333-1303
Universidad de Cartagena
earrietag@unicartagena.edu.co

INTRODUCCIÓN

La influencia de los enclaves portuarios sobre las condiciones de vida y el quehacer cotidiano de las poblaciones urbanas guarda relación con el crecimiento de la operación (marítima y terrestre) de comercio exterior e inversión asociada, así como de la configuración, localización y extensión del *Hinterland* (Schubert et al. 2018) o área de dominio o influencia de sus operaciones de comercio exterior hacia el interior del territorio, que involucran actividades aduaneras, zonas francas, intermediación comercial, patios de almacenamiento de carga, patios de parqueaderos de tractomulas, servicios de mantenimiento de vehículos, servicios de alojamiento de transportistas, servicios conexos al turismo de cruceros, etc. La zona de influencia o hinterland que se extiende más allá de los enclaves portuarios en Latinoamérica, alcanza en los puertos de Colombia un ritmo de concentración de activos y servicios para el componente de operación terrestre de la carga de comercio exterior, que parece superar la velocidad de implementación efectiva de políticas de ordenamiento territorial y mecanismos de desarrollo de infraestructura de conectividad provocando bloqueos a los mismos flujos de comercio con los que se alimenta, al tiempo que afecta las condiciones de la logística urbana de la ciudad o área metropolitana donde se localiza.

El efecto de aglomeración económica derivada de la condición de ciudad-puerto como nodo de comercio y acceso barato al mar para el caso de los países desarrollados, ha sido estudiada profusamente bajo la premisa de las ventajas comparativas (Manuel and Almonte n.d.), sin embargo, al tratar de explicar una tendencia sostenida de prosperidad, aun después del declive de intercambio portuario de algunas ciudades, para algunos autores (Fujita & Mori, 1995) sólo puede explicarse cuando consideramos el 'efecto de bloqueo' de algunas fuerzas de aglomeración que se refuerzan a sí mismas. Estas interacciones “fuertes” pueden estar

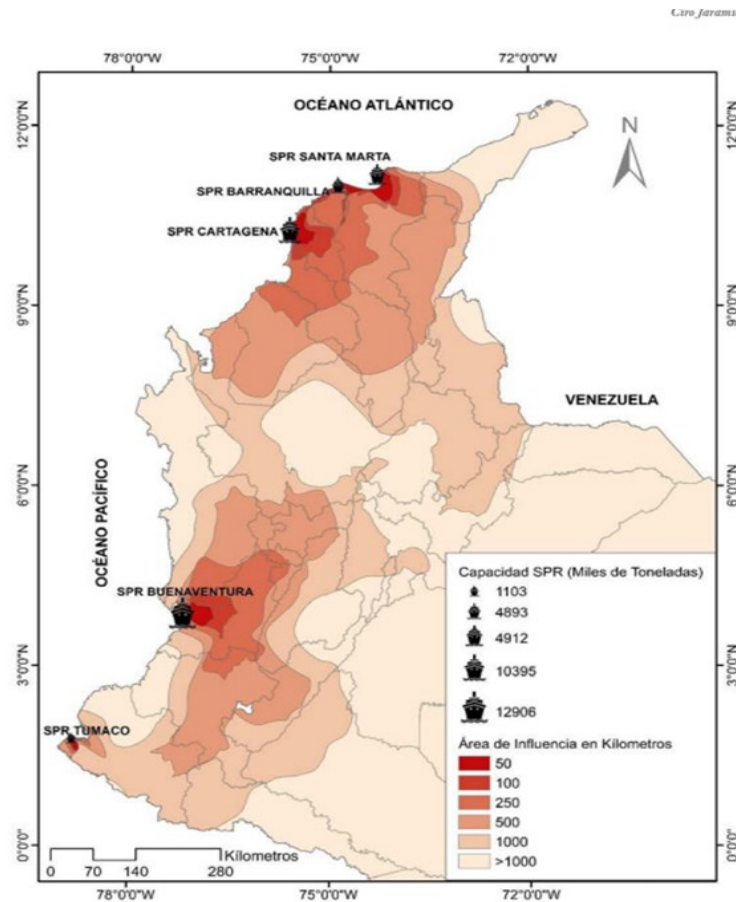
relacionadas con ensamblajes o arreglos socio-político- espaciales que retroalimentan la inercia de la estructura económica-productiva y sus efectos en una ciudad.

Frente a las condiciones de aglomeración de carácter económico para los enclaves portuarios y su hinterland o zona de influencia encontradas en costas de países desarrollados, y la presunción de similitudes para Latinoamérica, se propone al menos tres (3) diferenciaciones preliminares para cualquier análisis comparativo en general, y en particular para la trayectoria de Cartagena de Indias: 1) La oportunidad y capacidad de gestión pública e inversión disciplinada a largo plazo basada en planificación y coordinación del ordenamiento territorial de las áreas urbanas y de expansión urbana yuxtapuestas al Hinterland, 2) La localización y nivel de infraestructura para intermodalidad alcanzado y sus opciones de trasbordo y transporte (Marítimo- fluvial – aéreo- férreo- carretable), 3) Las soluciones público-privadas implementadas para minimizar al mezcla de flujos de carga de comercio exterior con la logística urbana cotidiana de los ciudadanos que residen en el área de influencia del enclave.

Colombia cuenta con zonas costeras ubicadas en el océano Pacífico y en el mar Caribe sobre las cuales se localizan los enclaves portuarios. Dichos enclaves con salida al mar se agencian desde 1993 mediante organizaciones de carácter público-privado denominadas Sociedades Portuarias Regionales (SRP's) y otras empresas de carácter público-privado o privado que operan muelles de uso general y especializados, y han mantenido su importancia principalmente en la operación de comercio internacional orientado a la carga contenedorizada, mientras han surgido desde entonces nuevos enclaves especializados en carga a granel. En virtud de la importancia del desempeño eficiente de los mecanismos de comercio exterior vinculados a carga y/ pasajeros estas organizaciones han sido sujetos y beneficiarios de una serie de políticas gubernamentales de nivel nacional y local para promover la inversión y facilitar su crecimiento y flujo de operaciones. En este sentido las rentas generadas a partir de dichas concesiones se distribuyen entre la nación (80%) y el municipio o entidad territorial (20%)¹¹ (Viloria de la hoz, 2000:64).

Las SPR'S más relevantes (Imagen 1) en Colombia son: Barranquilla (Atlántico,) Buenaventura (Valle del Cauca), Cartagena (Bolívar), Santa Marta (Magdalena) y Tumaco (Nariño), (Rodríguez Mariaca, García Calán, and Jaramillo Molina 2018). En el actual modelo las SPR'S se encargan de manejar con autonomía su zona portuaria y concesionan a privados muelles especializados, localizados la mayoría en zona urbana.

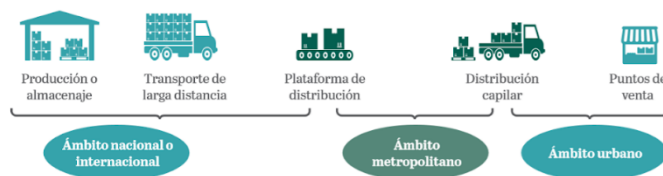
Imagen 1. Ubicación, capacidad e hinterland de las sociedades portuarias regionales



Fuente: Tomada de rodríguez et al., 2018.

La organización u ordenamiento de este espacio de influencia portuaria o *Hinterland* potencia la generación o atracción de flujos de mercancías de importación y exportación, con múltiples y diversas cadenas logísticas, afectando diversas escalas territoriales:

Imagen 2. Ilustración de las escalas territoriales de una cadena logística



Fuente: Logus, Guía de Buenas prácticas en logística urbana sostenible y segura. CAF, 2019.

A partir de un balance de las tensiones y desafíos de carácter socio-espacial, que se han evidenciado entre la operación de los enclaves del sistema portuario de Cartagena de Indias, Colombia, frente a las condiciones y resultados de desempeño de la logística urbana de

mercancías y transporte de personas en la ciudad, este texto pretende provocar una revisión de los lineamientos de intervención pública en términos metropolitanos que involucran la ciudad y el área de influencia del enclave portuario (Hinterland). La logística urbana de servicios personales relacionada con turismo de crucero y de Aeropuerto presenta consideraciones sobre localización específica de lugares connotados y flujos que requieren mayor tratamiento de datos no disponibles para este análisis, y en consecuencia serán considerados solo desde una escala general.

SOBRE LAS OPERACIONES PORTUARIAS EN COLOMBIA Y SU INFLUENCIA EN ZONAS URBANAS

Los puertos presentan perfiles diferenciados en virtud de su localización (en zona urbana o rural), de su accesibilidad espacial e intermodalidad (marítimo versus fluvial, férreo o carretero o aéreo) de su orientación al comercio exterior (Exportadora o importadora) y del tipo de carga y su tecnología asociada (Granel líquido, granel sólido, y contenedores).

Conviene, para propósitos de observación, diferenciar aquellos puertos marítimos principales que se encuentran al interior de zonas urbanas consolidadas (Cartagena, Santa Marta Barranquilla, Buenaventura y Tumaco), de aquellos enclaves portuarios que se encuentran en zonas rurales (Ciénaga, Golfo de Morrosquillo, Guajira, entre otros) y cuyo perfil resulta exclusivamente exportador vinculado al mayor volumen de carga a Granel (Carbón y combustibles fósiles como Petróleo y gas). Un caso que ilustra la tendencia reciente en los últimos 20 años a especializarse corresponde al enclave portuario en Ciénaga (Magdalena), el cual relevó y desplazó la exportación de carbón por el corredor férreo, descongestionando la instalación portuaria localizada sobre la bahía y al interior del centro urbano de Santa Marta.

Como se puede apreciar en la tabla 1, las principales SPS'S se destacan por un balance de comercio inclinado hacia la importación, no obstante Cartagena y Buenaventura presenten cifras más relevantes de exportación, y tengan desde hace más de veinte años reconocimiento como puertos principales de América Latina de carga contenedorizada (Coca y Compés, 2003, p77-127).

Tabla 1. Toneladas movilizadas por zona y tráfico portuarios, Enero – Diciembre (2020).

Zona Portuaria	Exportación	*Part. (%)	Importación	*Part. (%)	Comercio exterior	*Part. (%)	Cabotaje	Fluvial	Transbordo	Tránsito internacional	Transitoria	Total tráfico portuario	*Part. total (%)
Z.P. Región Caribe	94.637.293	95,4	22.663.680	64,6	117.300.973	87,4	5.805.350	79.686	20.512.127	276.914	15.878	143.990.928	88,0
Ciénaga	37.234.000	37,5	-	-	37.234.000	27,7	-	-	-	-	-	37.234.000	22,7
Cartagena	10.881.519	11,0	8.389.901	23,9	19.271.420	14,4	3.464.302	102	20.491.731	274.999	-	43.502.555	26,6
G. Morrosquillo	29.282.114	29,5	867.356	2,5	30.149.471	22,5	138.731	-	-	-	-	30.288.202	18,5
Guajira	12.097.195	12,2	137.912	0,4	12.235.106	9,1	-	-	-	-	-	12.235.106	7,5
Santa Marta	1.574.314	1,6	6.173.804	17,6	7.748.118	5,8	1.457.907	-	19.865	-	-	9.225.889	5,6
Barranquilla	2.997.744	3,0	6.971.690	19,9	9.969.434	7,4	122.754	79.584	531	1.915	15.878	10.190.096	6,2
Turbo	565.938	0,6	61.037	0,2	626.975	0,5	450.506	-	-	-	-	1.077.481	0,7
San Andrés	4.469	0,0	61.980	0,2	66.449	0,0	171.150	-	-	-	-	237.599	0,1
Z. P. Región Pacífico	4.545.162	4,6	12.360.401	35,3	16.905.564	12,6	235.803	374	645.403	1.384	-	17.788.528	10,9
Buenaventura	4.207.964	4,2	12.360.401	35,3	16.568.365	12,3	194.134	-	645.403	1.384	-	17.409.286	10,6
Tumaco	337.198	0,3	-	-	337.198	0,3	41.669	374	-	-	-	379.242	0,2
Z. P. Río Magdalena	-	-	33.439	0,1	33.439	-	125.432	1.763.835	-	-	-	1.922.706	1,2
Barrancabermeja	-	-	-	-	-	-	-	1.763.835	-	-	-	1.763.835	1,1
Río Magdalena	-	-	33.439	0,1	33.439	-	125.432	-	-	-	-	158.871	0,1
Total toneladas	99.182.456	100	35.057.520	100	134.239.976	100	6.166.584	1.843.896	21.157.530	278.298	15.878	163.702.162	100
Participación (%)	60,6		21,4		82,0		3,8	1,1	12,9	0,2	0,0	100	

*Part: Porcentaje de participación.

Las casillas que contiene guion (-) corresponden a sociedades portuarias sin registro de carga en el sistema VIGIA. Fuente: Boletín estadístico de tráfico portuario en Colombia de Supertransporte, 2020.

Del comportamiento de tráfico de carga por los diferentes puertos nacionales que se evidencia en la tabla 1, son aquellas actividades de comercio exterior (Exportación e importación) las que influyen directamente sobre la operación terrestre y utilizan la infraestructura intermodal nacional y local, así como las vías terrestres externas e internas de su área de influencia (y de la ciudad que haga parte de su hinterland); mientras que actividades denominadas de cabotaje, trasbordo, fluvial, tránsito internacional, transitoria, se ejecutan en áreas colindantes o anexas a los muelles sin aporte o aporte marginal de vehículos de carga pesada sobre las vías al interior de la región o ciudades donde se localiza o anida dicho enclave portuario.

Las SRP'S principales en Colombia se encuentran acogidas o localizadas en zonas urbanas y se caracterizan por una intermodalidad marítimo – carretero, de allí que el flujo de tránsito de tractocamiones o tractomulas es el elemento característico y hegemónico sobre las vías de acceso urbano a dichas ciudades. Nuestro caso de estudio es precisamente la ciudad de Cartagena de Indias, que en su bahía interna y zona urbana acoge más de 44 muelles, donde actúan varias SRP'S de gran importancia para el comercio exterior de Colombia y un impacto en las actividades cotidianas de la ciudad.

La Bahía de Cartagena se encuentra confinada entre el litoral Oeste continental y las islas de Tierra bomba y Barú que le dan forma a las dos salidas al mar Caribe (Bocachica y Bocagrande) protegiendo o abrigando dicha Bahía interna. La Imagen 3 y 4 ilustran las principales vías nacionales que acceden al área geográfica de Cartagena de indias, con un área urbana estimada en 54 Km2, y la localización de las sociedades portuarias sobre el litoral de la bahía:

Imagen 3. Configuración vial y accesos a la zona urbana de Cartagena

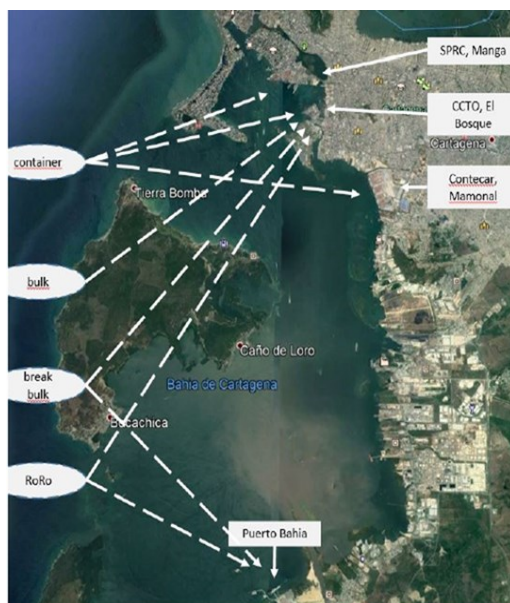


Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google maps.

En la Imagen 2 se puede precisar la localización de los puertos y su acceso terrestre (Peajes de Corralito DP y La Heroica) a dichos enclaves se realiza principalmente por el denominado corredor de carga, que conduce al peaje de Ceballos hasta el puente que une el sector de El Bosque con la Isla de Manga, donde se localiza el terminal publico SPR Cartagena, a escasos 2 kilómetros del centro histórico y menos de 1 km del Mercado público de Bazarro. La distancia de recorrido entre el acceso desde el perímetro urbano calculado desde el peaje de

Corralito DP al enclave portuarios de SPR Cartagena en la Isla de Manga es de aproximadamente 19,4 kilómetros.

Imagen 4. Localización de los Puertos de Cartagena y el corredor de carga.



Fuente: <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.1.3+Colombia+Puerto+de+Cartagena>

Una primera aproximación para dimensionar el volumen de operaciones portuarias y sus implicaciones se desprende de los datos de la tabla 1 y la tabla 2:

Tabla 2. Toneladas movilizadas por zona portuaria y tipo de carga, enero – diciembre (2020).

Zona portuaria	Carbón al granel	*Part. (%)	Granel sólido difer. de carbón	*Part. (%)	Granel líquido	*Part. (%)	Carga en contenedor	*Part. (%)	General	*Part. (%)	Total toneladas	*Part. total (%)
Z.P. Región Caribe	53.807.317	98,0	10.359.406	64,7	45.714.597	94,4	31.851.171	77,5	2.258.436	69,2	143.990.928	88,0
Ciénaga	37.234.000	67,8	-	-	-	-	-	-	-	-	37.234.000	22,7
Cartagena	1.450.891	2,6	2.480.166	15,5	10.016.583	20,7	29.004.142	70,5	550.773	16,9	43.502.555	26,6
G. Morrosquillo	237.097	0,4	774.383	4,8	29.276.089	60,5	-	-	634	0,0	30.288.202	18,5
Guajira	12.096.853	22,0	13.033	0,1	110.677	0,2	1.527	0,0	13.017	0,4	12.235.106	7,5
Santa Marta	989.627	1,8	2.362.930	14,8	4.942.581	10,2	813.431	2,0	117.320	3,6	9.225.889	5,6
Barranquilla	1.798.850	3,3	4.678.211	29,2	1.305.451	2,7	1.197.017	2,9	1.210.567	37,1	10.190.096	6,2
Turbo	-	-	-	-	11.605	0,0	745.579	1,8	320.297	9,8	1.077.481	0,7
San Andrés	-	-	50.683	0,3	51.611	0,1	89.476	0,2	45.828	1,4	237.599	0,1
Z. P. Región Pacífico	1.081.564	2,0	5.617.793	35,1	942.810	1,9	9.264.825	22,5	881.537	27,0	17.788.528	10,9
Buenaventura	1.081.564	2,0	5.617.793	35,1	584.568	1,2	9.264.825	22,5	860.537	26,4	17.409.286	10,6
Tumaco	-	-	-	-	358.242	0,7	-	-	21.000	0,6	379.242	0,2
Z. P. Río Magdalena	-	-	38.691	0,2	1.760.222	3,6	503	0,0	123.291	3,8	1.922.706	1,2
Barrancabermeja	-	-	-	-	1.760.222	3,6	503	0,0	3.110	0,1	1.763.835	1,1
Río Magdalena	-	-	38.691	0,2	-	-	-	-	120.180	3,7	158.871	0,1
Total tráfico portuario	54.888.881	100	16.015.889	100	48.417.629	100	41.116.499	100	3.263.264	100	163.702.162	100
Participación (%)	33,5		9,8		29,6		25,1		2,0		100	

*Part: Porcentaje de participación

Las casillas que contiene guion (-) corresponden a sociedades portuarias sin registro de carga en el sistema VIGIA

De los datos nacionales del año 2020, sobre el tipo de carga a las que son dedicadas las zonas portuarias mencionadas anteriormente se infiere lo siguiente:

- Las operaciones de comercio exterior (134,2 millones de toneladas) explican el 82% del tráfico portuario o carga anual que se moviliza por puertos de Colombia, y tan sólo el 25,1% (41,1 Millones de toneladas) del tráfico portuario está en forma de contenedores y el resto del comercio exterior resulta casi exclusivamente granel de exportación. Luego la proporción de flujos que pasan por los puertos es de tres (3) toneladas de granel sólido o líquido por cada tonelada de carga contenedorizada. De este volumen de flujos portuarios, cómo se explica más adelante, no todos ingresan o salen a territorio nacional y circulan por la infraestructura de redes férreas, fluviales, carretables y oleoductos.
- El flujo anual de carga de granel por el mar Caribe se realiza principalmente por los puertos de Ciénaga (37,2 Millones de toneladas de Carbón), Guajira (12,1 Millones de toneladas de Carbón) y Golfo de Morrosquillo (29,3 Millones de toneladas de Combustibles líquidos) y equivalen al 89,4 de exportaciones nacionales de Carbón, y al 60,5% de exportaciones de granel líquido. Solamente la SRP'S de Cartagena es comparable con el volumen operado por Golfo de Morrosquillo (Oleoducto caño limón-Coveñas) en volumen de granel líquido (10,2 millones de toneladas anuales, 20,7% del tráfico nacional).
- El tráfico portuario nacional de contenedores está concentrado en Cartagena (70,5% del nacional) para el mar Caribe y en Buenaventura (22,5%), para el océano Pacífico,

por lo cual con referencia 2020 en Cartagena se movieron 24 veces más contenedores que en Barranquilla y 35 veces más que en Santa Marta.

- En el caso de las zonas portuarias principales localizadas en ciudades, Santa Marta se dedica principalmente a la movilización de granel líquido y Barranquilla a la de granel sólido, y ambas tienen un volumen de tráfico inferior hasta en cuatro (4) veces al de Cartagena. Sin embargo, casi todo el tráfico resulta ser de comercio exterior, es decir, exigen comparativamente menores áreas de almacenamiento en muelle, por lo cual su demanda de áreas de operación de patios y muelles es considerablemente menor al de Cartagena.

Para poder calcular relaciones entre el volumen de carga (operación marítima) y el tráfico vehicular (operación terrestre) que está asociado a dicho volumen, resulta útil revisar el comportamiento en unidades contenedorizada (TEUS):

Tabla 3. Unidades de contenedores por zona portuaria, enero – diciembre (2018-2020)

Zona portuaria	Ene - Dic 2018		Ene - Dic 2019		Ene - Dic 2020		Variación % (2018 - 2019)	Variación % (2019 - 2020)
	TEUS	*Part(%)	TEUS	*Part(%)	TEUS	*Part(%)		
Barrancabermeja	-	-	-	-	164	0,0	-	-
Barranquilla	161.207	3,8	160.987	3,7	147.022	3,4	-0,1	-8,7
Buenaventura	1.365.879	32,1	1.196.554	27,3	1.004.634	23,0	-12,4	-16,0
Cartagena	2.529.576	59,4	2.812.819	64,1	3.002.753	68,7	11,2	6,8
Guajira	2.317	0,1	2.687	0,1	551	0,0	16,0	-79,5
San Andrés	17.830	0,4	19.376	0,4	14.562	0,3	8,7	-24,8
Santa Marta	104.521	2,5	124.439	2,8	129.294	3,0	19,1	3,9
Turbo	74.580	1,8	69.657	1,6	69.974	1,6	-6,6	0,5
Total unidades TEUS	4.255.910	100	4.386.519	100	4.368.954	100	3,1	-0,4

Unidad: Nro. de contenedores en TEUS (Twenty Equivalent Unit) – Contenedores de 20'

*Part: Porcentaje de participación

Fuente: Boletín estadístico de tráfico portuario en Colombia de Supertransporte, 2022.

En contraste con ciudades portuarias de mayor volumen y desempeño logístico de nivel mundial, para el caso de Cartagena de Indias aún se encuentran ausentes potenciales soluciones de intermodalidad férrea y fluvial, como aquellas que existieron en el pasado y fueron abandonadas por el Estado Colombiano durante la primera mitad del siglo XX. Considerando los datos de las tablas anteriores y las características de las operaciones se puede precisar lo siguiente:

- La participación de la operación de trasbordo es del 100% en la zona de la región caribe sobre un 97% en todo el país. Esta carga se caracteriza por ser depositada en puerto para ser recogida por otro barco, y es razonable anticipar que es de contenedores, debido a que el trasbordo muy excepcionalmente se realiza de barco a muelle y luego del muelle a barco con materias primas o Commodities a granel.
- Cartagena gestiona un flujo anual de 13.047 Millones de toneladas en tráfico de granel sólido (Carbón y otros) y en granel líquido derivado del tráfico y operación de la Refinería. Este flujo de granel líquido asociado a combustibles (petróleo y gas licuado) tiene operaciones combinadas por ductos de tuberías y carrotanques, por lo cual aún habría información complementaria por recopilar para poder estimar su impacto sobre las vías de la ciudad.

- El tráfico anual de carga contenedorizada de SRP'S Cartagena son \$29,0 Millones de toneladas, y está conformada por \$20,5 Millones de toneladas en trasbordo, por lo cual el restante (\$8,5 Millones de toneladas) deberían corresponder a operaciones de comercio exterior que circula por la ciudad.

La carga a granel sólida en Cartagena se mueve principalmente a través de Puerto de Mamonal, y la carga a granel líquida, por S.P Puerto Bahía S.A., localizado en zona rural, Isla de Barú, colindando con la desembocadura del Canal del Dique en sector Pasacaballos (Imagen 5)

Imagen 5. Terminal de líquidos puerto Bahía, Isla de Barú, Cartagena.



Fuente: <https://dlca.logcluster.org/plugins/viewsource/viewpagesrc.action?pageId=7308164>

De las diferentes sociedades portuarias en Cartagena que se encargan de distintas actividades específicas, conforme a los datos de la tabla 4, aquellas de mayor impacto en términos de generación o recepción de flujos de vehículos pesados con efectos sobre la malla vial de la ciudad de Cartagena son: CONTECAR y SRP Cartagena el 79% de la carga total, y el 93% del tráfico de contenedores. Sumando a las anteriores SRP'S al operador COMPAS S.A, casi la totalidad de la carga de contenedores ingresa a la zona urbana (respectivamente Barrio de Ceballos, Isla de Manga y Barrio El Bosque).

Tabla 4. Toneladas movilizadas por sociedad portuaria de servicio público y tipo de carga, enero – diciembre (2020).

Sociedades portuarias	Carbón al granel	Carga en contenedor	General	Granel líquido	Granel sólido difer. de carbón	Total
Z. P. Región Caribe	12.778.525	31.849.644	2.202.990	25.398.919	8.501.140	80.731.219
Barranquilla	1.798.850	1.197.017	1.189.567	1.191.100	4.344.205	9.720.739
BITCO S.A.	245.500	-	92.439	-	474.197	812.136
COMPAS S.A.	699.175	-	269.294	68.989	58.854	1.096.312
Palermo S.P. S.A.	-	3.216	446.949	203.949	1.332.950	1.987.064
S.P. Portmagdalena S.A.	-	-	-	695.415	-	695.415
S.P.R. Barranquilla	635.697	1.193.801	380.885	17.982	1.868.448	4.096.813
S.P. Riverport S.A.	218.479	-	-	-	609.756	828.235
Vopak S.A.	-	-	-	204.765	-	204.765
Cartagena	1.450.891	29.004.142	519.843	3.729.665	968.940	35.673.480
Agranel S.A.	-	-	-	135.804	-	135.804
COMPAS S.A.	-	626.323	70.024	-	459.231	1.155.578
Coremar Shorebase S.A.	-	-	181	102	-	283
Dexon S.A.	-	-	-	139.813	-	139.813
Oilanking Colombia S.A.	-	-	-	182.634	-	182.634
Puerto Buenavista S.A.	-	-	146.972	9.262	300.196	456.429
Puerto De Manonai S.A.	1.450.891	945	85.640	109.701	179.782	1.826.959
Puertos del Caribe Soc. Portuaria	-	-	-	53.874	-	53.874
S.P. Del Dique	-	-	-	265.517	-	265.517
S.P. El Cayao S.A.	-	-	-	296.302	-	296.302
S.P. Puerto Bahía S.A.	-	8.213	173.513	1.667.378	29.730	1.878.834
S.P.R. Cartagena	-	7.337.983	1.991	-	-	7.339.974
S.P. Olefinas y Derivados S.A.	-	-	-	796.395	-	796.395
Transmarsyp	-	42.977	34.948	-	-	77.925
CONTECAR	-	20.987.701	6.574	-	-	20.994.275
Vopak S.A.	-	-	-	72.884	-	72.884
Clénaga	7.514.851	-	-	-	-	7.514.851
S.P. Puerto Nuevo S.A.	7.514.851	-	-	-	-	7.514.851
G. Morrosquillo	237.097	-	634	20.003.660	774.383	21.015.773
COMPAS S.A.	237.097	-	634	-	774.383	1.012.113
Oleoducto Central S.A.	-	-	-	20.003.660	-	20.003.660
Guajira	787.210	-	9.501	-	-	796.710
Puerto Brisa S.A.	787.210	-	-	-	-	787.210
Pensoport S.A.	-	-	9.501	-	-	9.501
San Andrés	-	89.476	45.828	-	50.683	185.988
San Andrés Port Society	-	89.476	45.828	-	50.683	185.988
Santa Marta	989.627	813.431	117.320	474.494	2.362.930	4.757.802
S.P.R. Santa Marta	989.627	813.431	117.320	474.494	2.362.930	4.757.802
Turbo	-	745.579	320.297	-	-	1.065.876
C.I. Unión de Bananeros- Uniban	-	621.344	315.799	-	-	937.143
Promotora Bananera S.A.	-	124.234	4.498	-	-	128.733
Z.P. Región Pacífica	1.081.564	9.264.825	881.537	631.987	5.617.793	17.477.706
Buenaventura	1.081.564	9.264.825	860.537	584.568	5.617.793	17.409.286
COMPAS S.A.	-	-	-	-	732.820	732.820
Grupo Portuario S.A.	730.211	-	-	-	779.819	1.510.030
S.P.R. Buenaventura	-	3.872.176	618.166	584.568	3.245.452	8.320.362
TCBUEN S.A.	-	2.489.737	-	-	-	2.489.737
Soc. Puerto Industrial Aguadulce S.A.	351.353	2.902.912	242.371	-	859.702	4.356.338
Tumaco	-	-	21.000	47.420	-	68.420
Romero Y Burgos Y Cia S. En S.C.	-	-	-	374	-	374
SPR Tumaco Pacific Port S.A.	-	-	21.000	47.045	-	68.045
Z.P. Fluvial	-	503	123.291	822.290	38.691	984.774
Barrancabermeja	-	503	3.110	822.290	-	825.903
Impala Terminal S.A.	-	503	3.110	822.290	-	825.903
Rio Magdalena	-	-	120.180	-	38.691	158.871
Puerto Pimsa S.A.	-	-	120.180	-	38.691	158.871
Total toneladas	13.860.089	41.114.972	3.207.818	26.853.196	14.157.624	99.193.699
Participación (%)	14	41	3	27	14	100

Las casillas que contiene guion (-) corresponden a sociedades portuarias sin registro de carga en el sistema VIGIA.

Fuente: Boletín estadístico de tráfico portuario en Colombia de Supertransporte, 2020.

De conformidad con los datos de Supertransporte, por Cartagena circulaban anualmente 2.529.576 TEUS en 2018 y para 2020 eran 3.0002.753 de TEUS, que corresponde a un 68,7% del total nacional, y Terminal de Contenedores de Cartagena S.A (CONTECAR SA) por si sola representa el 48,9 % del total nacional. Adicionalmente durante 2020, se ratifica la operación de trasbordo como la de mayor volumen en Cartagena, como se detalla en la Tabla 5, mientras que para operaciones de comercio exterior (Importación más exportación) el flujo de contenedores de 20 pies (TEUS) llenos sumaron 43.313, y 86.999 los de 40 pies (FEUS)

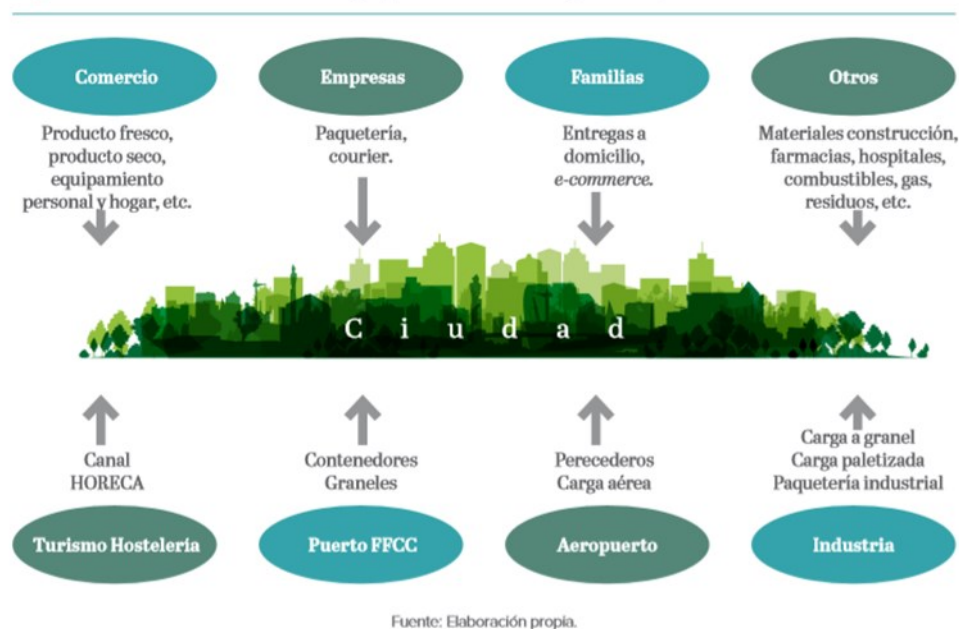
lentos. Por cada 3,2 TEUS lleno se movilizó uno vacío y por cada 4 FEUS se gestionó un contenedor vacío.

Resumiendo respecto al flujo de operaciones terrestres, durante 2020 circularon 81.713 unidades contenedorizadas (TEUS +FEUS) de exportación y 83.984 unidades de importación por la red de infraestructura urbana de Cartagena, para un total de 165.697 unidades transportadas, y se calcula el doble (ida y vuelta) de esta cifra en términos de desplazamientos para un estimado promedio diario de 920 tractocamiones y carrotaques circulando por el denominado corredor de carga de 20 kilómetros hacia CONTECAR, SRP Cartagena y COMPAS S.A., enclaves localizados al interior de la zona urbana de Cartagena.

INCIDENCIA DEL LOS FLUJOS PORTUARIOS EN LA LOGISTICA URBANA

La logística urbana involucra un amplio rango de actividades relacionadas con transporte de bienes y mercancías, así como servicios personales relacionados turismo y salud, e involucra múltiples grupos de interés y beneficiarios, y la interacción sobre el uso de un espacio urbano sincrónica o asincrónicamente genera tensiones por revelar. Las cadenas que se expresan en el espacio urbano (Nathanail, Adamos, and Gogas 2017) se ilustran en la siguiente imagen:

Imagen 6. Grupos de interés asociados a diferentes cadenas logísticas que conviven en la ciudad



Fuente: Logus, Guía de Buenas prácticas en logística urbana sostenible y segura. CAF, 2019.

Resulta relevante, frente a esta ilustración de la CAF(Rojas-Huérffano Luisa Fernanda, Castellón-Torres Juan Pablo, Sostenible, and Segura 2018), hacer notar que, aunque aparece el puerto y su flujo de contenedores y Graneles como un actor más dentro del concierto de grupos de interés, en el caso de ciudades portuarias como Cartagena destaca el grupo portuario como el eje del discurso, los hechos y la métrica de competitividad territorial. Es el enclave portuario quien enlaza los intereses internacionales y nacionales, no solo en virtud de ser el nodo principal de comercio exterior, si no en términos de su incidencia en política y en el desarrollo local.

Habiendo calculado anteriormente algunos indicadores para dimensionar las operaciones portuarias ¿Cómo inciden estos volúmenes de desplazamientos de vehículos de carga sobre la logística urbana?: La convergencia de flujos de comercio exterior que fluyen desde y hacia los enclaves portuarios con aquellos flujos cotidianos y propios de la logística urbana (Distribución interna de mercancías, desplazamientos cotidianos de personas desde y hacia el trabajo, colegios y universidades, clínicas y hospitales, y otros flujos de servicios y visitantes que involucran movilidad interna) se mezclan en intersecciones, nodos o lugares sobre las vías provocando creciente congestión, bloqueos y accidentes, saturando las vías y provocando demandas de soluciones de movilidad de parte de los ciudadanos.

Los principales impactos del desempeño del sector logístico de la ciudad suelen referirse a afectaciones ambientales regionales y locales, como son incremento de la contaminación ambiental, deterioro de la infraestructura vial, accidentalidad y sobre todo la reducción de la capacidad vial. Considerando los impactos urbanos estudiados para una logística urbana sustentable (Kauf 2016) podemos organizar el análisis por categorías de efectos:

- *Sobre la congestión sobre la infraestructura vial*
¿Cuál es el efecto de vehículos grandes con dificultades para maniobrar, paradas para cargue y descargue en vía pública, concentración de camiones en determinadas zonas (como los accesos a SPR CONTECARSA y SPR Cartagena en el puente y de entrada a la Isla de Manga)? Para ello hay que establecer que la capacidad de la infraestructura vial de Cartagena está condicionada por únicamente dos ejes o troncales principales, mientras que el corredor de carga esta congestionado debido a vehículos de carga hacia puertos y Mercado de Bazurto, el otro eje o troncal alternativa es la troncal Avenida Pedro de Heredia que soporta los flujos de Transcaribe y resto de vehículos livianos de la ciudad, y por donde en principio está prohibida la circulación de carga pesada. Esto lleva a comparar cifras de flujos por los accesos al corredor de carga (peajes de Corralito DP y Heroica) de camiones categoría V, VI, VII 7 (tres o más ejes) que son los relacionados con carga pesada:

Comparativo de volúmenes de flujos agregados Enero 2016 -Dic. 2018 por peajes de acceso

Flujo anual de vehículo por peaje	Corralito DP	La Heroica
Todas las categorías	2.137.567	9.142.769
Vehículos de carga (C3 y C4)	461.117	1.600.263

Vehículos de carga comercio Exterior (C5 y más)	430.347	1.264.142
---	---------	-----------

Proporción total vehículos/ vehículos C3 y C4	4,6	5,7
Proporción total vehículos/ vehículos C5	5,0	7,2
Proporción total vehículos/ vehículos carga (C3+C4+C5)	2,40	3,19

Promedio diario vehículos por accesos a corredor de carga	1.319,49	5.643,68
Promedio de vehículos categoría C3 y C4 /diario	284,64	987,82
Promedio de vehículos categoría C5 /diario	265,65	780,33

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANI y Mintransporte

Estas cifras de flujos por los accesos al perímetro urbano por el corredor de carga analizadas en contexto de los datos de operaciones portuarias de la sección anterior permiten elaborar las siguientes sentencias:

. Resultan comparables y equivalentes el cálculo estimado de flujo promedio 2020 de vehículos categoría 5 vinculados a operación portuaria respecto a los datos suministrados 2016-2018 por peaje (920 versus 1027 tractocamiones diarios calculados), sin incluir las motos.

. Conforme al uso por categoría de vehículos de cada 100 vehículos que circulan diario por el corredor de carga se estima que 18 son para logística urbana o metropolitana (C3 y C4) y 15 para operación portuaria (C5 y más). Aún haría falta discriminar cifras de vehículos livianos de reparto que incrementarían los agentes involucrados en la logística urbana y metropolitana. Consecuentemente al menos uno (1) de cada tres (3) vehículos que circula por el acceso perimetral del corredor de carga están dedicados al transporte de contenedores o de mercancía, el resto son automóviles, camionetas o buses.

. Considerando el tamaño de los tractocamiones (18,5 metros, con un factor ocupación proporcional de tres automóviles por camión (Correa Montoya 2021), cualquier bloqueo o situación de velocidad reducida sobre el corredor de 19,4 kilómetros en una (1) hora regular de régimen mezclado (12 horas diurnas con 33 camiones por cada 100 vehículos) representa una cola de espera estimada en 4,7 kilómetros de largo. Esto explica porque cualquier accidente, bloqueo o manifestación sobre la vía hace colapsar muy rápidamente el acceso terrestre a puertos y de paso a toda la ciudad.

. Al conflicto de horarios de picos de flujos de carga con picos de movilidad obligada interna por motivos laborales o régimen de colegios, se suman los flujos pendulares o externos de carácter metropolitano relacionados con abastecimiento de alimentos al Mercado Bazarito y de buses con Turistas con destino centro histórico y Bocagrande. Debido al uso predominante del circuito del corredor de carga por el cual se accede a los terminales de SPR Cartagena y Contecar S.A., el flujo de carga portuaria se concentra en esta troncal, y genera un efecto de desplazamiento de tráfico más liviano hacia las vías restantes de carga ocasionando el incremento de congestión vehicular.

La oferta próxima al corredor de área para patios y parqueo temporal de tractocamiones se limita a los espacios comercializados de plataformas privadas, la

infraestructura actual concesionada carece de espacios habilitados adyacentes a la vía actual para bahías para estacionamientos temporales o bahías de desacople de carácter público (Considerando radios de giro de 15 metros y una noche de pernoctación) por lo cual las tractomulas parquean al lado de la vía en condiciones inseguras o tiene que invertir más desplazamientos en busca de soluciones.

- Sobre el *impacto ambiental* medido en partículas en suspensión (PM) debido a motores Diesel y neumáticos, y en ausencia de un monitoreo permanente sobre volúmenes de tráfico de vehículos, solamente se puede anticipar que el aporte de PM en la ciudad debe guardar correlación directa con el incremento de carga y vehículos vinculados al comercio exterior (Nathanail, Adamos, and Gogas 2017).
 - La *seguridad vial* es por la presencia de tránsito pesado aumenta los riesgos a usuarios vulnerables (Peatones, ciclistas y motociclistas), así como transportistas y repartidores (entregas inmediatas y despachos de e-commerce de última milla). Las estadísticas históricas de accidentalidad sobre el corredor no guardan continuidad temporal y espacial para poder revisar la mezcla de motocicletas por la convergencia obligada de vías en el acceso a Manga provenientes de Avenida de El Lago (Bazurto) y en el sector Ceballos. Existe nodos críticos sin monitoreo permanente donde se expone el tráfico liviano de la ciudad al flujo de tractomulas sin infraestructura de desacople o discriminación de flujos de tráfico pesado.
 - Respecto a localización de *plataformas logísticas y centros de distribución* relacionadas con comercio exterior se encuentran en parques industriales y Zonas Francas en sector de Mamonal para carga en tránsito aduanero. El resultado es una presión del mercado inmobiliario sobre los costos de m2 de arriendo para almacenamiento y gestión de inventarios y de patios de maniobras. En consecuencia, se manifiesta un efecto de expulsión de patios de contenedores y parqueaderos de tractomulas hacia el sur, la variante de Mamonal – Gambote en el municipio de Turbana, para habilitar m2 más barato y mayores áreas de almacenamiento, aunque implique atravesar con mayor frecuencia el mismo peaje varias veces. Existen otros circuitos de abastecimiento y distribución que congestionan simultáneamente al no estar vinculados a la misma cadena logística: Primero, el mercado público de Bazurto, principal centros de abastos y comercio minorista (*retail*) de perecederos de Cartagena, que además se localiza a menos de 1,5 kilómetros de SRP Cartagena (Contenedores y cruceros de turismo) y de COMPAS SA (Contenedores); segundo, el aeropuerto en Crespo y el centro histórico con flujos de turismo superpuestos al flujo visitantes de cruceros de SPR Cartagena en Manga.
 - Mientras que los puertos de mayor volumen son intensivos en tecnología para carga y se automatizan soportados en grandes grúas pórticos aumentando la eficiencia en la operación marítima, la operación terrestre se constituye en el cuello de botella, y esta compartida con actividades de distribución local de mercancías y de soporte al turismo carecen de grandes inversiones en tecnología o plataformas especializadas que reduzcan la congestión y aumenten el efectivo uso del modo marítimo, fluvial o férreo. Esto explica en Cartagena las *condiciones laborales* y la fragilidad del empleo

temporal en actividades económicas como distribución de mercancías y servicios personales, así como en mensajería en moto, Inndriver, Uber, etc.

DESAFÍOS DE LA INTERVENCIÓN PÚBLICA PARA ARMONIZAR LA OPERACIÓN PORTUARIA Y LA LOGÍSTICA URBANA

Al revisar lo expuesto sobre la trayectoria de los últimos años de la logística urbana en Cartagena y su desempeño en relación con las operaciones portuarias podemos exponer algunas problemáticas subyacentes:

- El aumento del volumen de carga de trasbordo y las limitaciones de espacio en muelles encarece el costo de almacenamiento en áreas adyacentes a los muelles, afectando los costos logísticos al generador de carga nacional y al importador. Esto tiene además un efecto multiplicador sobre el valor de m² de bodegaje, de patio de contenedores y de parqueo de vehículos de carga por lo cual, a su vez, se afectan los costos de bodegaje para distribución local encareciendo las mercancías al residente.
- El “corredor de carga” en realidad no cumple con los atributos que su denominación anuncia: No fue diseñado ni implementado para operar como una infraestructura exclusiva de carga, que permita aumentar la velocidad de las tractomulas de forma segura y evitar la mezcla de tráfico pesado con vehículos livianos. Es por ello por lo que se ha vuelto el cuello de botella para todos los grupos de interés afectados por la movilidad distrital.
- El control y flujo de beneficios derivados de la operación portuaria bajo esquemas de concesión mixta y privada han aumentado su tecnología y eficiencia en la operación marítima, mientras que la eficiencia de la operación terrestre depende de la implementación de un plan maestro de movilidad que demanda estrategias e inversiones intermodales bajo la coordinación de Alcaldía Distrital, sin suficientes fuentes de financiamiento y capacidades para este propósito. Esta restricción se debe a que los recursos para ampliar los circuitos y la capacidad de infraestructura intermodal de la ciudad ha sido competencia de un estamento centralizado (Agencia Nacional de Infraestructura- ANI) que ha comprometido y mantenido un régimen sustentado en adjudicación de Concesiones viales a consorcios privados, los cuales gestionan el mantenimiento de las vías públicas bajo esquema de peajes para recuperar la inversión realizada sobre vías existentes, pero sin ampliar efectivamente la capacidad vial de la ciudad. Dicho esquema no tiene alcance ni propósito de inversión para aumentar su capacidad real para absorber la congestión creciente. Este arreglo institucional en beneficio de consorcios privados tiende a cercenar la oportunidad y capacidad de gestión pública e inversión local disciplinada a largo plazo basada en ordenamiento territorial de las áreas urbanas y de expansión metropolitana yuxtapuestas al Hinterland.

Considerando las problemáticas resumidas a partir de los tensiones y necesidades del área de influencia de los enclaves portuarios conviene distinguir en dos (2) tipos de **desafíos estratégicos de carácter público** que se expresan a escalas diferentes para incidir en la

expansión de las oportunidades y capacidades de desarrollo local. Por un lado, tenemos un área urbana saturada y congestionada con una infraestructura vial que esta confinada por la misma consolidación del urbanismo circundante, por lo cual algunas soluciones deben buscarse en áreas de expansión. Por otro lado, necesitamos sustraer flujos de las vías terrestres lo cual implica explorar diseños viables de perfil intermodal (fluvial y férreo) para Cartagena:

- *Desafíos asociados a la gestión y ordenamiento de la movilidad y la logística urbana Distrital.*

Recuperar la gestión pública de infraestructura distrital para la movilidad urbana requiere ajustar e integrar los lineamientos de la cadena de valor, instrumentos y políticas de movilidad intermodal y de espacio público, con miras a ampliar las opciones de accesibilidad espacial de las cadenas logísticas asociadas a la ciudad, lo cual implica varios frentes de trabajo:

- a) Para descongestionar las vías existentes necesariamente incluye recuperar y habilitar muelles públicos en Mamonal y El Bosque, en corredores de acceso público y libres de costo que permitan habilitar y complementar un sistema público náutico de pasajeros entre la Isla de Barú, Isla de Tierra Bomba y otros nodos de transferencia intermodal,
- b) Concurrente con lo anterior se requiere implementar corredores de movilidad activa en la zona urbana compacta donde los recorridos promedio en las zonas más congestionadas (Manga, Bocagrande y el centro Histórico) son de menos de tres (3) kilómetros y se realizan principalmente por automóvil. El Plan de ordenamiento POT contemplaba esta solución hace 20 años, y ha sido postergada debido a la dinámica de SPR Cartagena en Manga que privilegia la carga, e implica habilitar un corredor público peatonal y ciclas para conectar el terminal de cruceros en la Isla de Manga con el centro histórico (1.5 kilómetros aproximadamente).
- c) Con el propósito de minimizar la mezcla de flujos de carga de comercio exterior con la logística urbana cotidiana de los ciudadanos que residen en el área de influencia del enclave, es importante que se prioricen estructuras de paso de nivel para peatones, bicicletas y tráfico liviano sobre el corredor de carga en los nodos de convergencia donde se mezclan los flujos carga y de logística urbana (mercancías y personas) en particular el acceso al puente de Manga desde Bosque, y el sector de Ceballos. Las fuentes de recursos para esta inversión deben concertarse con la Nación, provenientes de los recursos de Concesiones de muelles y puertos gestionados por la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI.
- d) Adicionalmente se requiere habilitar nuevas vías de uso tráfico liviano urbano (automóviles y motos) paralelos al corredor (Sector puerta de hierro a Campestre, circuito de aproximadamente de 4 kilómetros de extensión) financiable vía riego por beneficios de valorización predial.

- *Desafíos asociados al ámbito metropolitano*

El segundo tipo de desafío o reto estratégico corresponde a una escala de carácter metropolitano o subregional, cuyas soluciones benefician y descongestionan a Cartagena, al tiempo que detona nuevas interacciones funcionales con los municipios vecinos y permite generar nuevos activos públicos en un Hinterland ampliado. Este tipo de desafío requiere coordinación y concurrencia del estamento público para adoptar intervenciones disruptivas de infraestructura pública requeridos para intermodalidad y opciones de trasbordo y transporte (Marítimo- fluvial – aéreo- férreo- carretable) que integre simultáneamente el área de influencia y expansión de los enclaves portuarios de Cartagena con las futuras intervenciones sobre el Canal de Dique. Los desafíos que se identifican con relación a las tensiones previamente analizadas son:

- . El contrato adjudicado para recuperación del Canal del Dique, permite revisar alternativas de integración fluvial respecto a los planes de ordenamiento de los municipios con acceso a la ribera del Canal del Dique, con posibilidades de una nueva configuración de conectividad con mejor accesibilidad regional, relocalizando el aeropuerto regional y las nuevas plataformas o zonas de actividad logística para carga de comercio exterior y abastecimiento alimentario, y de pasajeros.

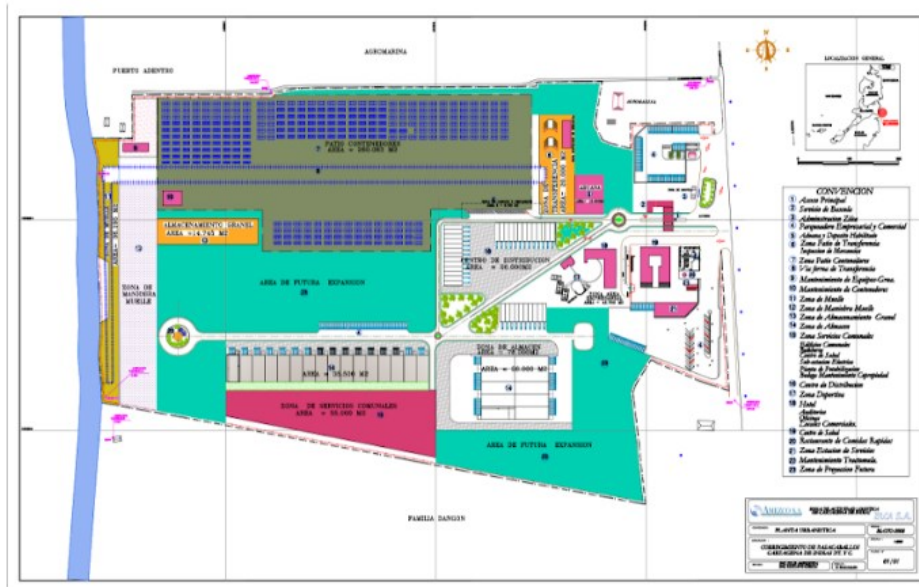
- . La expansión por fuera de Cartagena de actividades de transferencia y consolidación y desconsolidación de carga de comercio exterior en plataformas de actividad Logística tiene un antecedente fallido que conviene revisar para actualizar. Se remonta este antecedente al Acuerdo 010 de 2006 del Distrito de Cartagena donde se crea la sociedad anónima “Promotora Zona Internacional de Carga del Caribe S.A. (Zilca S.A)” cuya primera acción fue la realización de los estudios de factibilidad y puesta en marcha de dicha empresa, contando como socios al Distrito y el acompañamiento de los gremios de la ciudad: Cámara de Comercio, la Asociación Colombiana de Pequeños Industriales -Acopi-, la Federación nacional de Comerciantes -Fenalco-, la Federación colombiana de Transportadores de Carga -Colfecar-, la Asociación Colombiana de Camioneros -ACC- y más de 100 empresas de la cadena logística, personas naturales y jurídicas, y los puertos públicos de la ciudad. Un estudio de viabilidad encargado en 2008 al grupo español *Advance Logistics Group* (ALG), (2008), definió los principales corredores de carga del país, como también 20 plataformas logísticas identificadas con potencial de desarrollo, dando un nuevo a la iniciativa público - privada denominada Zona de Actividad Logística (ZAL) de Cartagena. La ubicación propuesta inicialmente pretendía extender y desacoplar las actividades portuarias del tráfico urbano hasta un terreno de 1.252.299 Mt2 de extensión, localizado en el Kilómetro 3 de la desembocadura del Canal del Dique, jurisdicción del municipio de Turbana, como se ilustra en la imagen 7



Fuente: Disponible en la página www.zalcartagenadeindias.com Consultada julio 14 de 2009.

Para efectos de contraste de los beneficios considerados y calculados en 2008 se ilustra una de las alternativas de configuración propuesta para habilitar la transferencia Marítimo - fluvial – carretero, cuya característica de diseño principal era una línea férrea automatizada de casi un kilómetro de recorrido para habilitar el almacenamiento de contenedores en más de 26 hectáreas de patios de almacenamiento (Imagen 8). El beneficio esperado a 2011 de la implementación de primera fase consistía en reducir el tráfico de TEUS por el corredor hasta un máximo de 191 TEUS por día en exportación y 243 TEUS por día en Importación, y mantener un tráfico por vía acuática equivalente, lo cual al día de hoy habría descongestionado la mitad del volumen de carga de las vías.

Imagen 8. Alternativa de Distribución de áreas ZILCA 2008.



Fuente: Diseño de AMEZCO SA, Estudio de dimensionamiento

Considerando el estado actual a 2022 de la logística urbana de personas y de carga, es conveniente ajustar los requisitos de diseño para una ZAL ampliada para incorporar la transferencia de carga y pasajeros de un corredor férreo de conexión de Canal del Dique con zonas del Departamento Atlántico y el Magdalena, así como un el transbordo a un sistema náutico metropolitano de pasajeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Correa Montoya, Mariana. 2021. "Manual de Diseño de Vías Urbanas." <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/29835>.
- Kauf, Sabina. 2016. "City Logistics - A Strategic Element of Sustainable Urban Development." *Transportation Research Procedia* 16(March): 158–64.
- Jurado Almonte (2011). *Ordenación del Territorio y Urbanismo: Conflictos y Oportunidades*.
- Nathanail, Eftihia, Giannis Adamos, and Michael Gogas. 2017. "A Novel Approach for Assessing Sustainable City Logistics." *Transportation Research Procedia* 25: 1036–45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.477>.

Rodríguez Mariaca, Diego Alejandro, Carlos Armando García Calán, and Ciro Jaramillo Molina. 2018. “La Accesibilidad Terrestre a Los Puertos Marítimos de Colombia. Una Aproximación Desde La Equidad Territorial.” *Entorno Geográfico* (15): 8–46.

Rojas-Huérfino Luisa Fernanda, Castrellón-Torres Juan Pablo, Adarme-Jaimes Wilson, Urbana Sostenible, and Y Segura. 2018. XIX (número Ingeniería Investigación y tecnología *Guía De Buenas Prácticas En Logística*. <http://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/v19n2-04.php>.

Schubert, Henry et al. 2018. “Article Assessment of Land Cover Changes in the Hinterland of Barranquilla (Colombia) Using Landsat Imagery and Logistic Regression.” *Land* 7(4): 1–24.

Anexo F. Artículo en *Infrastructures* (2021). “Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case”

Artículo en revista:

AMEZQUITA LÓPEZ, J., VALDÉS-ATENCIO, J.; ANGULO-GARCÍA, D. (2021). Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling, and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case. *Infrastructures*, 6, 85. ISSN: 2412-3811. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6060085>; <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/6/85>

Resumen:

El estudio de los patrones de movilidad urbana es de suma importancia para la proyección del crecimiento de la ciudad y la planificación del desarrollo. En este trabajo analizamos los aspectos topológicos de la red de calles de la ciudad costera de Cartagena de Indias empleando herramientas de teoría de grafos y sintaxis espacial. Encontramos que la red resultante se puede entender sobre la base de 400 años de historia de la ciudad y su ubicación periférica que influyó fuertemente y dio forma al crecimiento de la ciudad, y que las propiedades estadísticas de la red se asemejan a las de las ciudades autoorganizadas. Además, estudiamos la movilidad a través de la red utilizando un modelo simple basado en agentes que nos permite estudiar el nivel de congestión de las calles en función del conocimiento que tienen los agentes del tráfico mientras viajan por la red. Descubrimos que un esquema de viaje puramente de ruta más corta no es una estrategia óptima y que asignar pesos pequeños a los esquemas de evitación de tráfico aumenta el rendimiento general de los agentes en términos de éxito de llegada, ocupación de las calles y acumulación de tráfico. Finalmente, argumentamos que la congestión localizada puede atribuirse solo parcialmente a las propiedades topológicas de la red y que es importante considerar la capacidad de toma de decisiones de los agentes mientras se mueven a través de la red para explicar la aparición de congestión de tráfico en el sistema.

Indicios de calidad:

Infrastructures es una revista científica internacional de acceso abierto revisada por pares sobre infraestructuras que MDPI publica mensualmente en línea. La revista colabora con la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera /Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC). *Infrastructures* está afiliada a la Sociedad Internacional para el Mantenimiento y Rehabilitación de Infraestructuras de Transporte (iSMARTi). Alta visibilidad: indexado en Scopus, ESCI (Web of Science), Inspecc y otras bases de datos.

1. Introduction

Urban mobility tends to be categorized as either daily mobility or occasional mobility, and in terms of its spatial nature, has two aspects: one is an appropriate or resolved process that is translated into effective or physical movement (generally expressed under the metric of Euclidean space as a flow) and the second is a potential process (as an unrealized virtuality, that is, as an alternative option for the agents that are mobilized). This double cognitive assessment is a key factor in the historical process of growing human mobility due to “the propensity to seek a significant number of places of activity, rather than to reduce travel times” [1].

The underlying infrastructure and spatial substrate where mobility in a city occurs is along street network, and many studies have been devoted to the analysis of these networks in terms of spatial syntax and graph theoretical approaches [2]. The study of the structural aspects of a road network helps in the understanding of some of the emergent behavior that appears in this intrinsically complex system. For instance, the statistical properties of a street network are proxies for the development history of a city ranging from self-organized to strongly planned urban areas [3,4,5]. Another interesting emergent phenomenon arising from the interaction between vehicles in a network is the traffic jam [6,7]. Traffic congestion can also be assessed from the graph theoretical perspective: for example, it has been established that the centrality properties of a street network strongly correlate with vehicular density [8,9]. The importance of identifying key structural points in the network is therefore fundamental to the design and application of infrastructural solutions, such as roundabouts [10,11,12] and overpasses [13,14], aiming to ensure a smooth flow of vehicles.

Even when the importance of the study of the structural properties in these networks is not in doubt, vehicular mobility in a city is a dynamic phenomenon. This requires the use of modeling tools beyond the static picture that spatial syntax provides [15]. Different types of models have been proposed to this end, from microscopic models that include cellular automata and car-following models to macroscopic models studying vehicular density through continuity equations [16,17,18].

Within the microscopic vehicular flow models are agent-based models, where vehicles behave as elements with a certain degree of decision autonomy while they move through the network [19]. This type of modeling has gained much attention in the transport community, so much so that to date, there exist several agent-based modeling software specially used in transport systems (see, for instance, [20,21,22]). Here, we make use of a simple agent-based model that has been used in the context of communication networks [23,24,25,26] and, more recently, for road networks [27] and we adapt it to vehicular movement along the road network of Cartagena de Indias. The choice of the model is motivated by the simple algorithmic implementation in contrast with other complex microsimulation techniques. In this model, agents are created at a given rate, and each vehicle (agent) tries to reach its destination based on a protocol that seeks to minimize the distance traveled while avoiding congested streets. The model used here incorporates topological elements (network) together with congestion perception in the agent’s choice to take an alternative route to its destination, an aspect that is quite often underestimated. This emphasizes the emergent aspects of self-organization arising from the agent’s decision-making capabilities based on perception of traffic jams.

With the purpose of finding evidence for self-organization, we start studying the morphological (graph) representation of the road network in Cartagena de Indias. We apply spatial network metrics, and we discuss how the particular historical pathway of the city shaped the configuration of the network. Moreover, we analyze the effect of the resulting road structure in the displacement flows through the city using the agent-based model at different rates of incorporation of agents into the system. The resulting correlations allow us to check the nonlinear and counterintuitive effects related to the self-organization of displacement flows. To this end, the paper is organized as follows: In [Section 2](#), we describe some generalities of Cartagena de Indias urban development. In [Section](#)

3, we present the methodological aspects of the research, namely the network tools to be applied and the agent-based model. In [Section 4](#), we analyze the results that we obtain, and finally, in [Section 5](#), we discuss some conclusions and future work.

2. Case of Study: Cartagena de Indias

Cartagena de Indias (Colombia) is a coastal city with an area of 559 km² and a population of approximately one million residents (1,028,736 in 2020) according to the last national census in 2018. It has an influx of tourists (nonresident foreigners) and visitors who totaled 530,177 (2019) people per year, before the outbreak of COVID-19. These visitors moved through an urban area (which, in 2019, was just under 82 km² of the 559 km² of the city's total area) that comprises the historic city center and other relevant places [\[28\]](#). Due to the diversity of economic activities in the city that includes industry, port logistics, commerce, and cultural promotion, the city is recognized as a well-known productive and economic hub of the country. The infrastructure of urban mobility has evolved towards a road network with a total length of 1359 km (Authors' calculation based on GIS Data of Open Street Map (OSM)), with only 321 km (23.6% of the total) of these constituting main roads or avenues capable of supporting public transport vehicles of different dimensions. This road network was developed despite the physiography of the city of Cartagena, which is characterized by an extensive network of wetlands, canals, and lagoons, in addition to the 198 km of coastline and an important insular system (see [Figure 1](#)). Altogether, Cartagena's urban mobility network is composed of a complex mix of convergent flows linked to import/export cargo, the supply and distribution of goods and merchandise, as well as the itineraries of residents and visitors from neighboring municipalities.

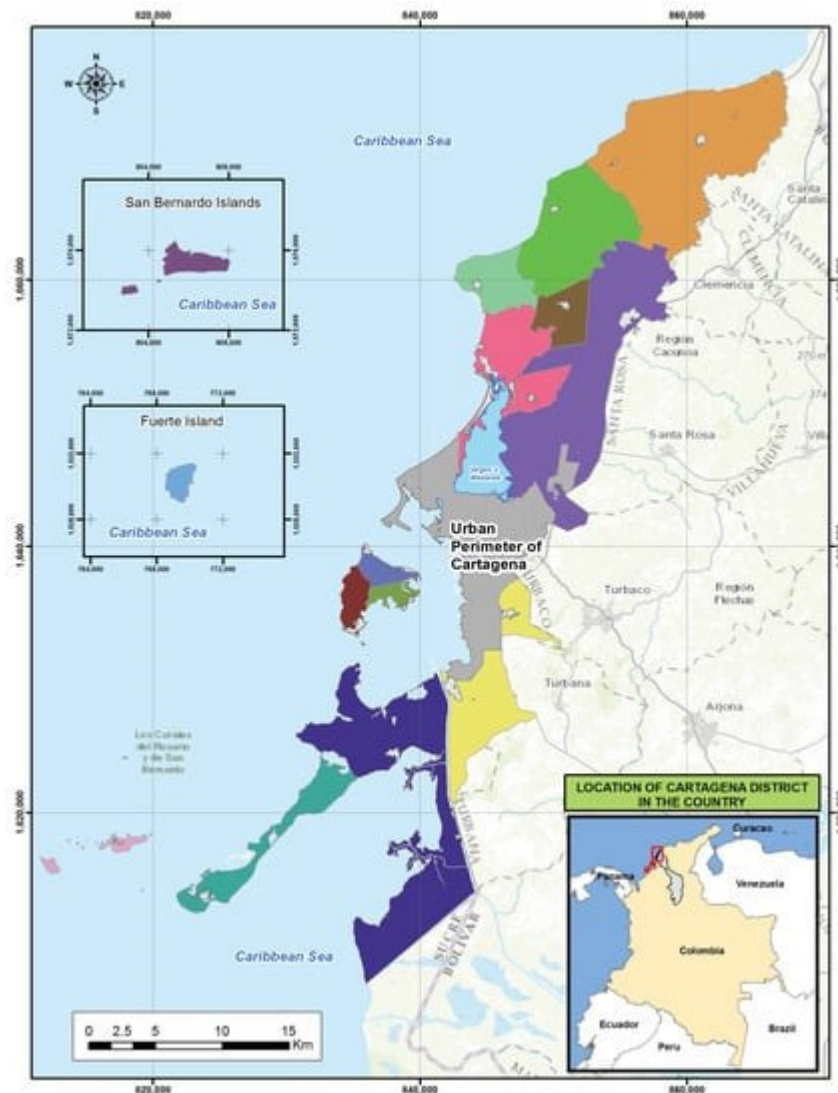


Figure 1. Geographical location of Cartagena. The map was generated based on information from the following sources: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Secretaría de Planeación del distrito de Cartagena, and World Topography map ESRI.

Figure 2 illustrates the types of enclaves that are related to the principal daily flows of traffic within the urban zone. As can be seen from the figure, the main artery of the city is the Pedro de Heredia Avenue, which is the only main road artery of the city. This condition is even more critical when one considers that, at the intersections of this main artery, there is not a single overpass along its route between the Industrial Zone, Ternera, and the Historic City Center. This means that influxes are concentrated at the intersections and organized primarily via roundabouts and traffic lights. A detailed explanation of the historical context of the urban configuration can be found in [Appendix A](#). Briefly speaking, three main types of vehicle flows are found in the City of Cartagena:

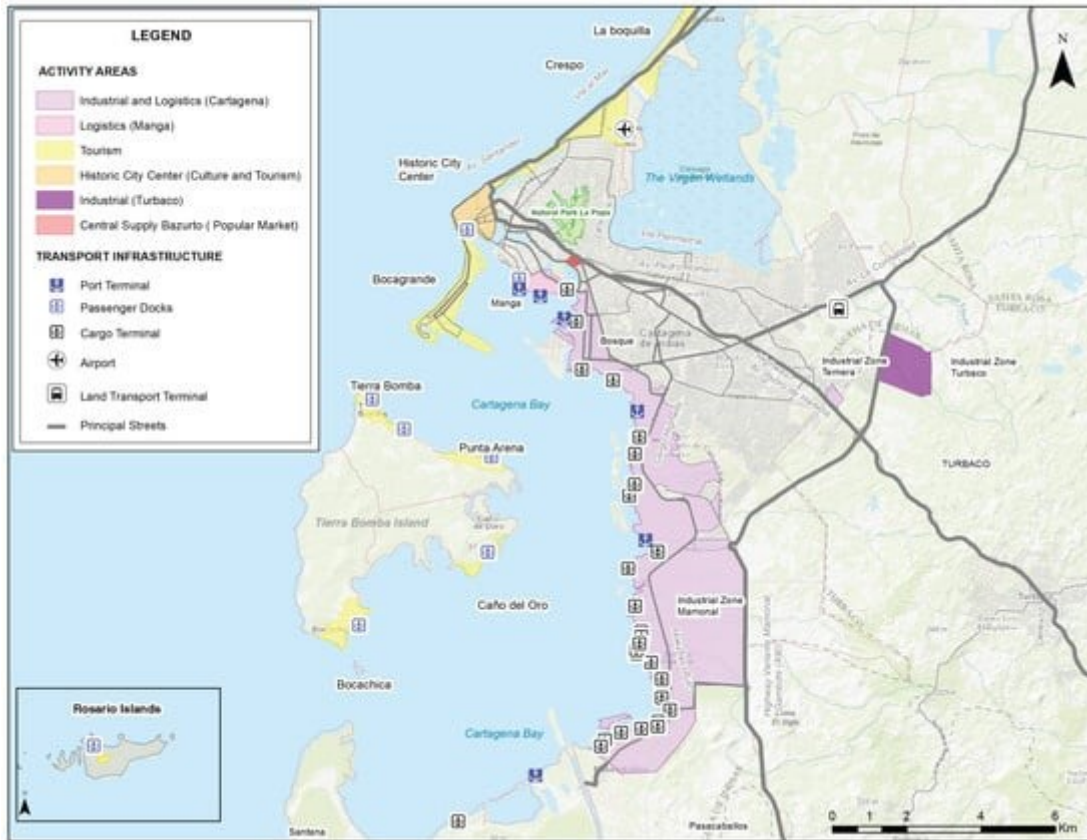


Figure 2. Illustrative map of Cartagena's enclaves.

- Most daily trips are made to/from the historic city center, since it is the locus of many institutions and enterprises. Moreover, in the city, we find a convergence of touristic circuits coming from the airport, the harbor, and the bus terminal. The influx of vehicles comes via the Pedro de Heredia Avenue.
- Another important flux in the network is formed by industrial workers traveling to the Mamonal Industrial Zone. It should be noted that it is in this area that cargo operation logistics are concentrated and large vehicles (cargo trucks) are therefore mixed with regular vehicles.
- The third type of flux is composed of interurban vehicles transporting workers from nearby municipalities (see [Figure 1](#)) including insular and rural areas.

In summary, mobility in Cartagena can be roughly summarized as two gravity zones acting as sinks for the vehicular flow (city center and Mamonal Industrial zone) and the different peripheral areas acting as sources.

3. Mathematical Methods

3.1. Network Analysis

In order to study the road network of the city of Cartagena, we made use of the ArcGIS software to obtain the so-called primal representation [29] of the graph where intersections are represented by nodes and roads are represented by links in the graph. The data was adapted from the GIS Data of Open Street Map (OSM) that included the length of streets and the coordinates of the intersections. Only main streets were considered, and these were chosen as the streets used by the Public Urban Transportation System. With this information, we can represent the mobility network of Cartagena de

Indias in the form of a graph G with roads represented as links and intersections as nodes. Each link (street) connecting intersections i and j is assigned a weight l_{ij} equivalent to the length of the connecting street. Only intersections of more than two streets were considered, since a two-road intersection can be merged in a single link with total distance equal to the sum of individual distances. Although this coarse grain approach can overlook dynamic processes such as the existence of pedestrian signals, we consider these to be a second-order effect in our analysis.

With the aim of assessing the topological features of the graph related to the emergence of traffic congestion, we quantified several topological indicators to try to establish critical nodes for mobility in the Cartagena mobility network map. First, we calculated the characteristic path length of the network defined as the average distance L across the network, namely:

$$L = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} \text{Dij}, \quad (1)$$

(1)

where Dij is the distance matrix defined as the shortest path between nodes i and j , considering the actual lengths of the streets, and N is the number of nodes across the network.

We also analyzed the topology of the street network in terms of the angular distribution of the intersections, namely the angle made between two streets that meet in a common node. The angle between two incident links i and j can be calculated as:

$$\theta_{ij} = \cos^{-1} \left(\frac{V_i \cdot V_j}{\|V_i\| \cdot \|V_j\|} \right), \quad (2)$$

(2)

where V_i (V_j) are the vectors formed by the points defining the initial and end coordinates of the street i (j) [30].

Additionally, two measures of centrality were calculated, namely closeness centrality c_i and betweenness centrality b_i for each node, defined as:

$$c_i = \frac{1}{(A_i N - 1) \sum_{j \neq i} \text{Dij}}, \quad (3)$$

(3)

$$b_i = \sum_{s, t \neq i} \frac{\text{nst}(s, t, i)}{\text{Nst}(s, t)}, \quad (4)$$

(4)

In Equation (3), A_i is the number of reachable nodes from i excluding itself and Dij is the sum of distances from node i to all reachable nodes. In Equation (4), $\text{nst}(s, t, i)$ is the number of shortest paths from nodes s and t that passes through i and $\text{Nst}(s, t)$ is the total number shortest paths from s to t .

3.2. Dynamics of Traffic Flow

Once we have described the topological features of the street network, we proceed to use this network to simulate traffic flow on it through an agent-based model and describe different scenarios arising from different agents' behavior. To do so, we made use of the traffic flow model first proposed in [23] used in the context of communication networks. This model considers at each time step a set of R agents with predefined departure and destination nodes. The number of agents R reflects an element traveling across the network. The most straightforward interpretation is that agents are equivalent to single automobiles, but they could also include motorcycles, bikes, and massive transport systems. At each step, one node can transfer only one agent to a neighboring node i following a strategy that amounts to reducing the "effective distance" to the agent's destination. Notice that, since each node can only transfer one agent at each simulation step, it is possible that a queue of agents is formed in certain nodes, especially those with high betweenness-centrality [31]. An agent in a node will then travel to the neighboring node i with the smallest effective distance defined as:

$$d_i = hD^{ij} + (1-h)q_i \quad (5)$$

where q_i is the occupation of the neighboring node, $h \in [0, 1]$ is a parameter that tunes the degree of importance that the agent gives to the traffic knowledge, and $D^{ij} = \frac{D_{ij}}{\langle l \rangle}$, i.e., the distance from neighboring node i and destination j is properly normalized by the average length of the streets in the map. Given that the agents only move to an adjacent node at each time step, this time step represents roughly a time scale of tens-of-seconds, which is usually the time required to travel between intersections. In [Figure 3](#), we show a prototype example of the agent's calculation at each time step. An agent at the current node n_0 is seeking to reach destination n_f . In the schematic example, two possible routes to follow are given to the agent r_1 and r_2 depicted in red. In r_1 , only one intersection (circle) is found with a total distance of 200 m, and the occupation (queue) of that intersection is given by the number of points in the node. Conversely, route r_2 has two intersections with a total distance of 250 m and two intersections. Notice that the agent in node n_0 only sees the occupation of the nearest intersection. The decision of taking r_1 or r_2 will depend on the calculation of the effective distance along each route dr_1 and dr_2 , namely:

$$dr_1 = h(200\langle l \rangle) + (1-h)4 = h200 + (1-h)4 \quad (6)$$

$$dr_2 = h(250\langle l \rangle) + (1-h)2 = h250 + (1-h)2 \quad (7)$$

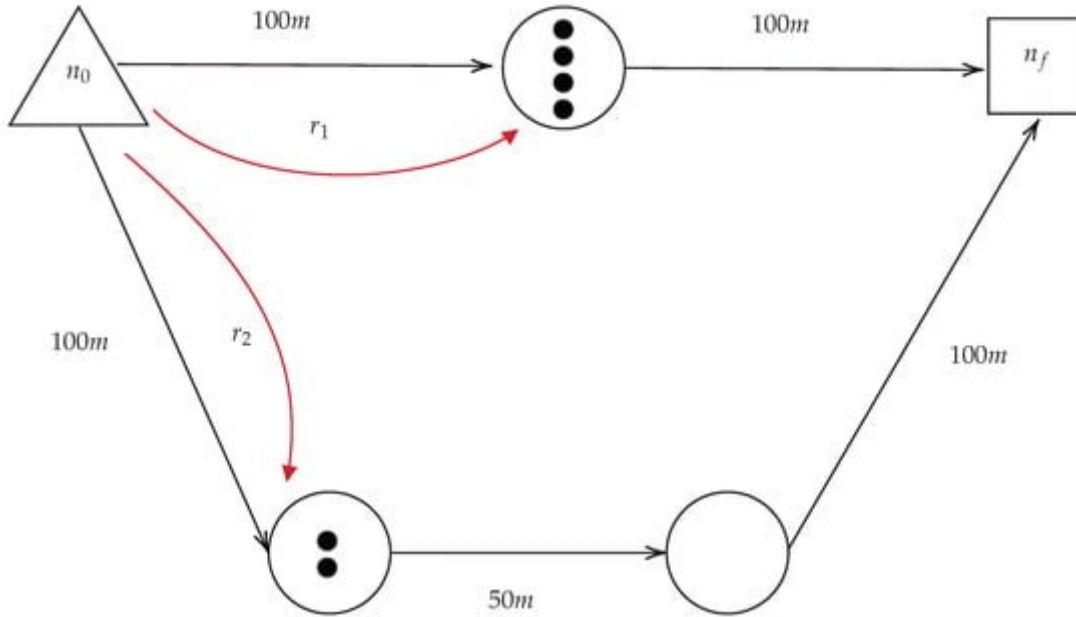


Figure 3. Schematic representation of the algorithm for a given agent. Agent's current position n_0 is shown in the node with triangular shape and destination n_f with rectangular shape. Two possible choices r_1 and r_2 toward the destination node are depicted in red with different intersections along the route (circles). The road length is shown next to each link and the occupation of the node q is shown with the number of points at the intersection.

Normalization of the distance is made in such a way that the two terms being compared in the effective distance vary in a similar order of magnitude, preventing one variable from becoming excessively larger than the other. It is easy to verify that, assuming $l=100$ (m), the same agent picks r_2 if $h<0.8$ and r_1 otherwise. Of course, a value of $h=1$ is a strategy which always follows the shortest path, while $h=0$ is equivalent to a random walk through the less-congested nodes until reaching the destination. Once an agent has reached its destination, it is removed from the network and the number of iterations it took to reach it (arrival time T) is stored for further analysis. A way of determining the level of congestion in the network is through the so-called order parameter. This indicates whether the number of agents in the network tends to increase in time, or whether it reaches a steady value. The order parameter can be defined as:

$$\rho = \lim_{t \rightarrow \infty} \text{Nag}(t+\tau) - \text{Nag}(t) \quad \rho = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\text{Nag}(t+\tau) - \text{Nag}(t)}{\tau} \quad (8)$$

(8)

In Equation (8), $\text{Nag}(t)$ is the number of agents in the network at time t and τ is an observation time that is selected after a transient that guarantees that the system is in a steady operation. The order parameter $\rho \in [0, 1]$, with $\rho=0$ describing a road network with no congestion, while $\rho>0$ indicates a transition to a congested one.

Depending on the assignment of the departure and destination node, we will distinguish between two different scenarios:

- Scenario #1: Both departure and destination nodes are assigned randomly.
- Scenario #2: Departure and destination nodes are defined following a preferential assignment rule, seeking to emulate realistic commuting patterns:

(i)

80% of the R agents created at each step are assigned a destination node within the historic city center and the Mamonal Industrial Zone, the main centers of gravity as described in [Section 2](#). The other 20% are assigned randomly across the nongravity nodes.

(ii)

Similarly, 80% of the R agents created at each step are assigned a departure node in the peripheral area, namely nodes from the northern, eastern, and southernmost areas. The remaining 20% of departure nodes are assigned randomly across the nonperipheral nodes.

Simulations of the agent-based model and statistical analysis were performed using custom-made scripts written in Matlab 2018b. Scripts and related files can be accessed through the web page reported in the Data Availability section.

4. Results

4.1. Network Analysis

We first performed the topological analysis described in [Section 3.1](#). The coarse grained network of the city of Cartagena is composed by $N=693$ intersections and $k=1208$ roads. The road length distribution is shown in [Figure 4](#). From this distribution, it is possible to deduce a median length of $\text{med}(l)=170$ m, and a standard deviation $\sigma=734$ m. A large σ value, with respect to the median, is the fingerprint of long-tailed distributions. The nature of the distribution of the road length is of course highly dependent on the scale of the street map that is being analyzed. A smaller dispersion of the street's length data is to be expected if we were to consider specific geographically localized areas in the map. However, as we are interested in the large scale analysis, few long streets connecting distant suburban areas of the city may appear, giving rise to the exponential decay of the distribution (see inset [Figure 4A](#)). From an urbanistic perspective, this type of distribution with a pronounced peak at short routes is an indicator of few urban interventions of long-distance road infrastructure that allow high travel speeds and substantially modify spatial accessibility.

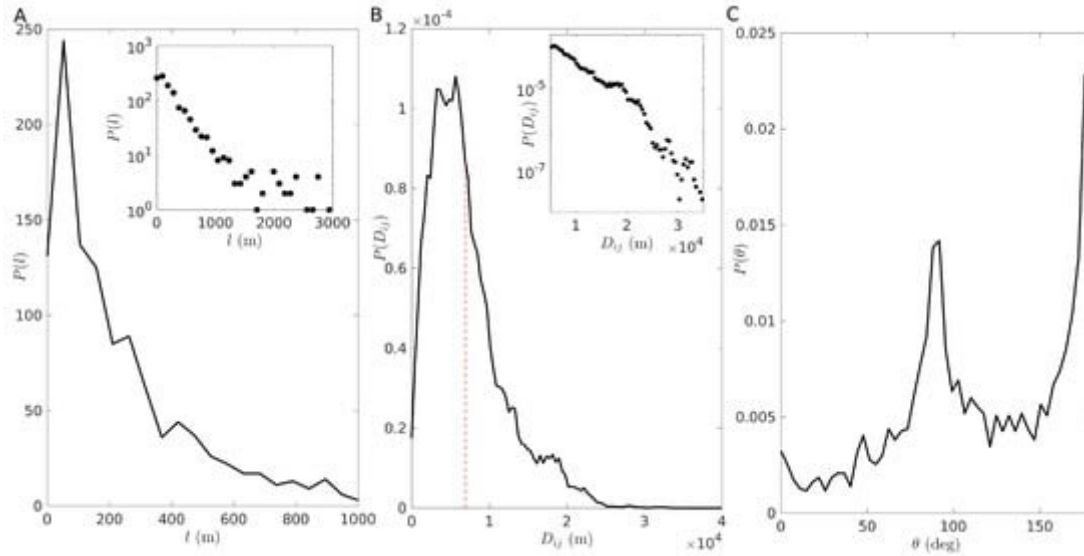
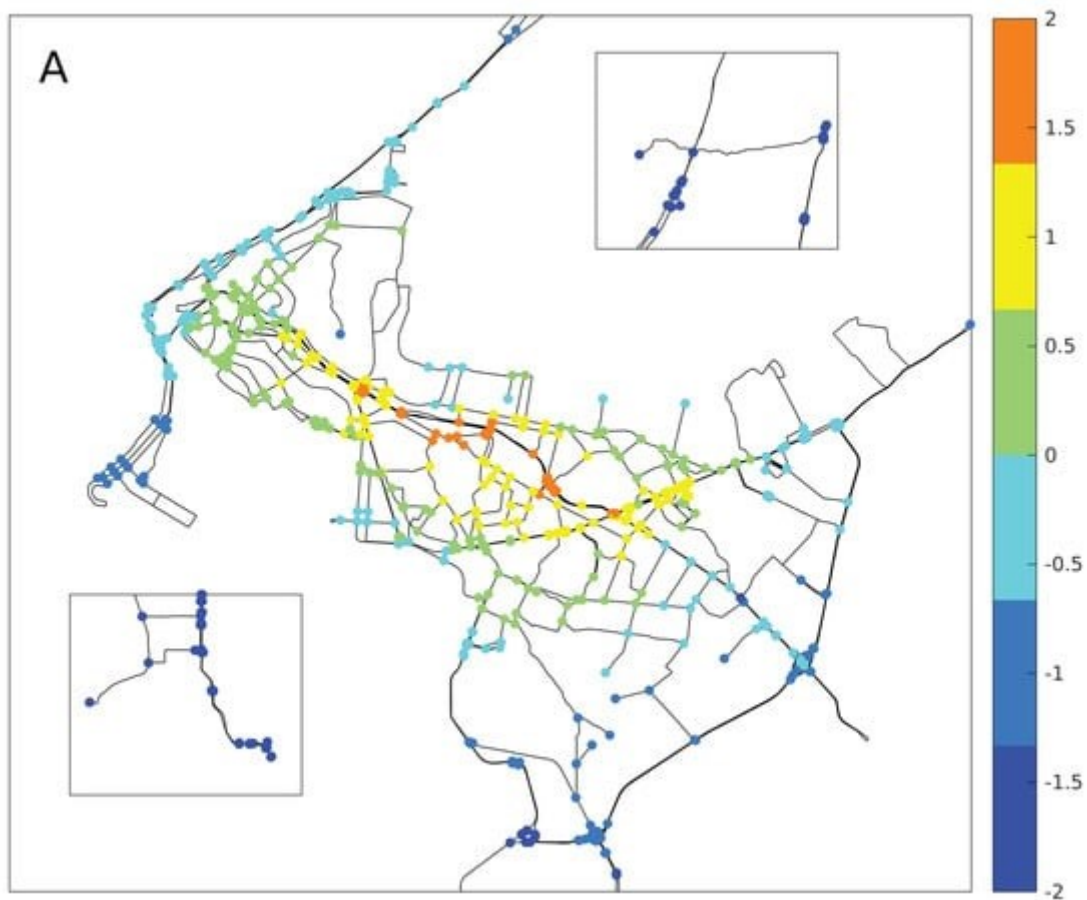


Figure 4. Distributions in Cartagena's road network. **(A)** Streets' length: Main figure shows the distribution in linear scale truncated to roads smaller than 1 km. Inset: Same as main figure in log-lin scale, revealing an exponential decay of the distribution. **(B)** Distribution of distances in Cartagena's road map (blue) and the characteristic path length (red). Inset: Same as in main figure in log-lin scale showing the exponential decay of the distance distribution. **(C)** Angles between intersections.

This type of distribution has been reported already in [3] in cities with self-organized development in contrast to cities with strongly planned growth. This is consistent with the historical growth of Cartagena described in [Appendix A](#), and the lack of monitoring and evaluation of the management of urban planning of the city conceived in the territorial planning of Cartagena [32]. The phenomena of self-organization expresses complex interactions in the flow of activities and urban traffic of the XXI century on the rugged physiography of the coastline and the wetlands, and a fortified enclave with military design prior to 1830. These interactions are expressed simultaneously in various places through the fabric of the urban network in the form of congestion and can be due to multiple factors: behaviors and daily itineraries of social groups, mobility restrictions due to housing and public space conditions, patterns of commerce and work, and the adaptations and the behaviors of the agents who move. Short roads indicate numerous intersections with road geometry that limits visual depth and makes turning radii unsuitable for public transportation vehicles. Next, the distribution of the distances in the network is shown in [Figure 4B](#), where a characteristic path length (depicted as a red dashed line) $L \approx 7 \text{ km}$, was found. Comparing this result with those reported in panel A of the same Figure, one can deduce that a trip between two randomly chosen points of the network requires the crossing of approximately 40 intersections constituting sources of conflicting flows. Conflict between flows can be increased when crossings meet at sharp angles. To examine this, we calculated the distribution of the angles between intersections according to Equation (2), which is shown in [Figure 4C](#), and we found that, for the city of Cartagena, there is an expected peak in the angular distribution around 90° and integer multiples (see second peak at 180°), which is due to the gridlike structure of cities. This peak is more and more pronounced in top-down planned cities [33]. However, in the case of Cartagena, such top-down planning has been lacking for many years due to poor long term policies, and more importantly due to its topographical location that has conditioned its growth.

In [Figure 5](#), we show the resulting centralities in Cartagena's street network, which, for the sake of visualization, have been normalized to their respective z-score (number of standard deviations that a given value deviates from the mean) mapped to the color code. [Figure 5A](#) depicts c_i where it

is possible to observe that the most central nodes according to this indicator are located at the geographical center of the urban area, following precisely the path of Pedro de Heredia Avenue. As previously mentioned, this avenue constitutes the backbone of urban expansion from the old city center. In previous studies and mobility interventions, the condition Pedro de Heredia avenue as the main artery has been ratified. It has the highest hierarchy amongst urban roads in Cartagena, and for the same reason, it is highly vulnerable to collapse or interruption [34] along its critical nodes (depicted in red). This suggests that Cartagena's mobility network is highly vulnerable to contingencies in those critical nodes, such as seasonal congestion, road accidents, or street blockage during social protests, that may lead to the emergence of traffic congestion that rapidly spreads to the rest of the network.



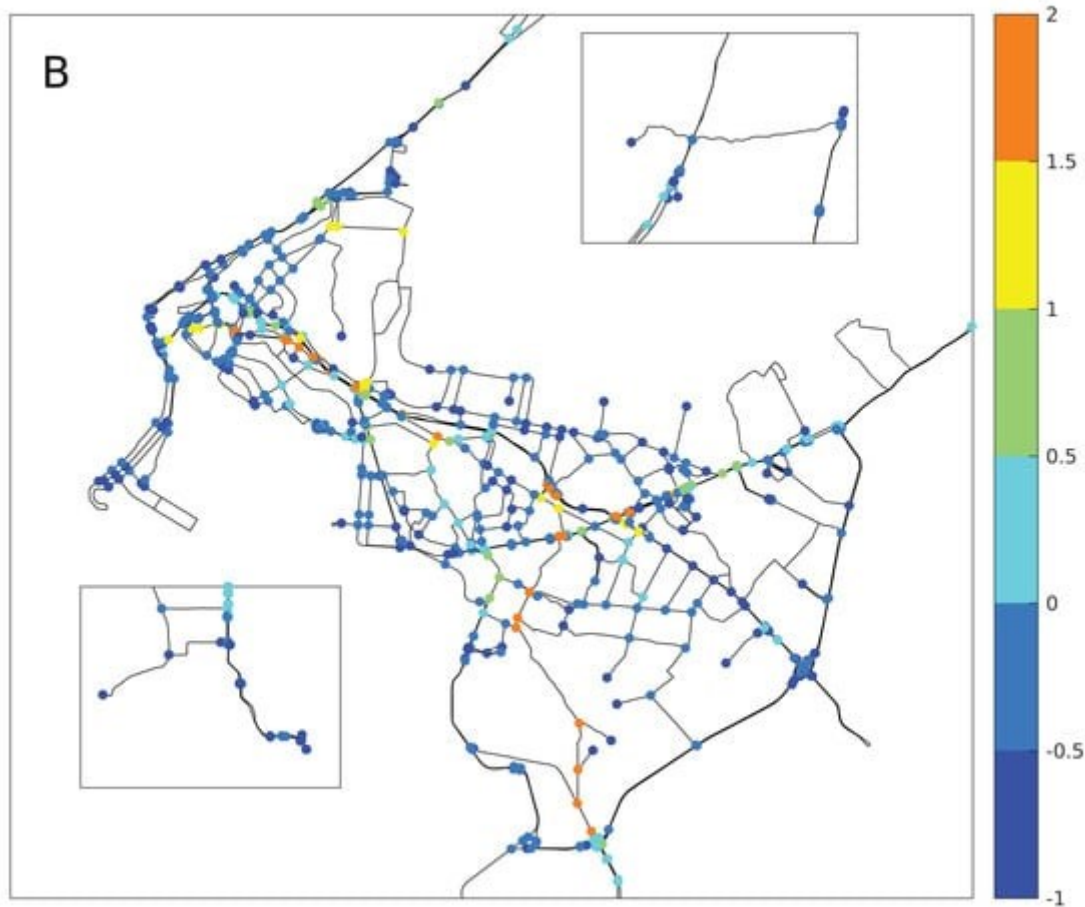


Figure 5. Spatial distribution of centrality measures in Cartagena's street network: (A) Closeness centrality and (B) Betweenness centrality. The values in the color map correspond to the z-score of each indicator.

Meanwhile, the spatial distribution of $bi_{i,j}$ (depicted in [Figure 5B](#)) highlights the importance of a few critical intersections, which are mainly located in the geographical center, but it may also extend to several nodes in the southern area of the city where the industrial complex enclave is located. The assessment of the spatial distribution of betweenness centrality is crucial to identifying critical nodes for commutation and/or change of flows. It is widely accepted that, by means of centrality measures, it is possible to predict where traffic congestion will emerge, and to prioritize the construction or adaptation of specialized equipment (bridges, roundabouts, and overpasses, among others) to prevent and buffer traffic jams.

Finally, it is also worth noticing that the distributions of $ci_{i,j}$ and $bi_{i,j}$ are remarkably different (see [Figure 6](#)). Whereas the cumulative distribution function (CDF) of $ci_{i,j}$ follows the trend of a unimodal distribution with relatively small dispersion, $bi_{i,j}$ presents an exponential decay. This is consistent with results reported in [Figure 5](#), where the spatial distribution of $bi_{i,j}$ showed few nodes in the network with large betweenness centrality while the vast majority had small values.

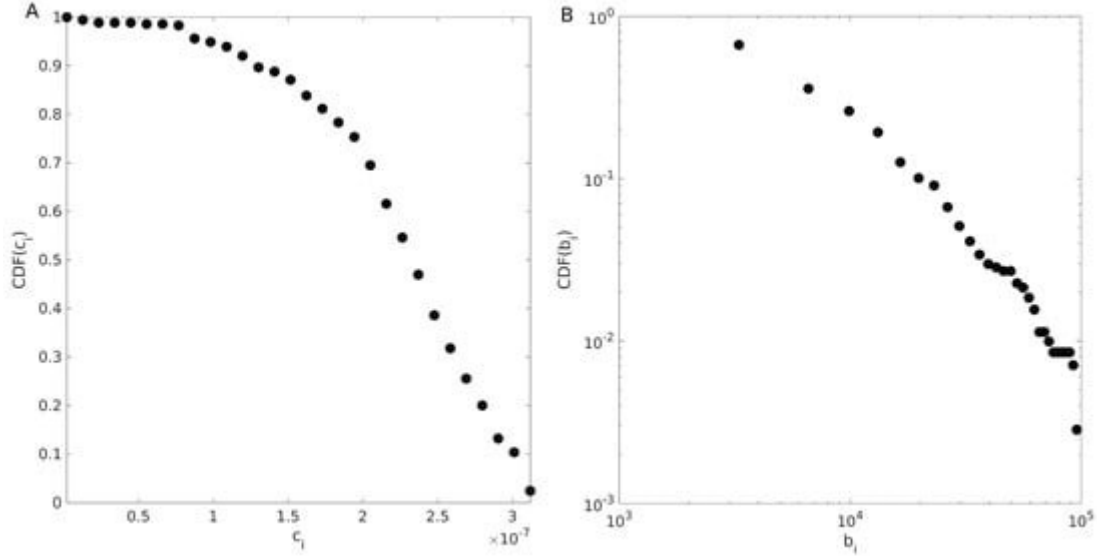


Figure 6. Cumulative distributions of centrality measures. CDF for (A) closeness centrality and (B) betweenness centrality.

4.2. Dynamics of Traffic Flow

In [Figure 7](#), we show three different situations arising along Cartagena's street network considering three different values of h , according to the model described in [Section 3.2](#) under scenario #1. For the simulations considered here, we have computed 1500 iterations at a fixed rate of agent's creation of $R=5 \diamond=5$. This amounts to the mobilization of around 7500 "vehicles" in a time period of roughly 4 h, a reasonable number in a medium-sized city such as Cartagena. It is interesting to observe that, assigning a large weight to traffic knowledge (small h) produces largely extended congestion in the network, as testified by the largest value of the order parameter with respect to the other values of h , but also by the larger values of the arrival times T and a distribution of node occupation that largely deviates from 0. Decreasing the weight given by agents to knowledge of traffic congestion decreases both the arrival time and the spatial extension of congested nodes (see middle panel $h=0.9h=0.9$). However, in the extreme case in which $h=1h=1$, the agents in the network only follow the shortest path strategy and congestion rapidly arise in a few nodes, creating long queues which effectively increase the order parameter. Even though the arrival times seem to be smaller on average for $h=1h=1$, it should be taken into account that arrival times are only calculated among agents who have reached their destinations; this means that for $h=1h=1$, these agents who managed to arrive have done so in a relatively short time, but the agents in the long queue of the high betweenness centrality nodes will need to wait a much larger time, which is not yet evident in the distribution of T .

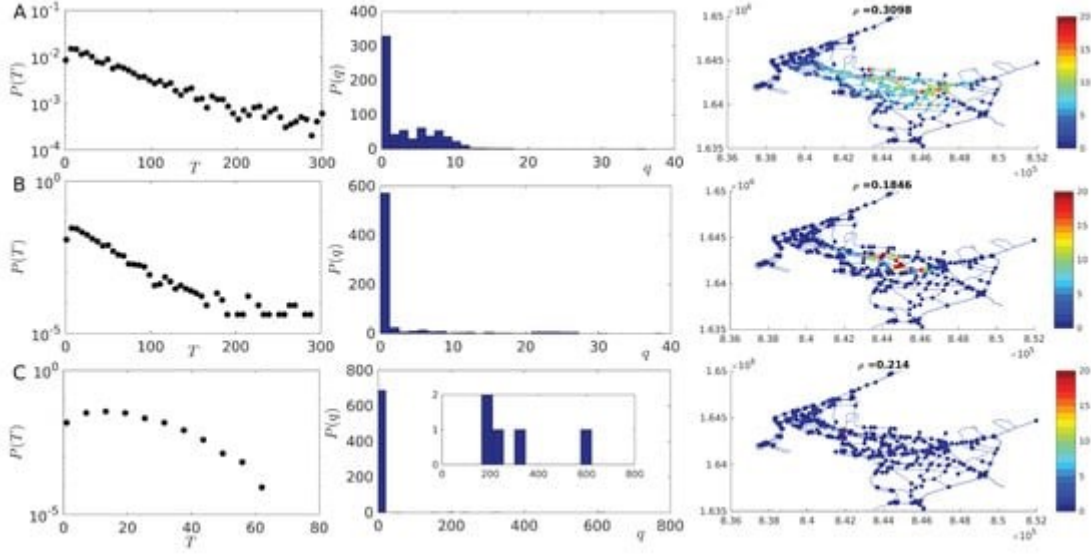


Figure 7. Different congestion cases with varying agent's behavior under scenario #1. **Left** panels: Distribution of arrival time. **Middle** panel: Histogram of the occupation in the network. **Right** panels: Spatial occupation of the network. In this figure, the panel (A) refers to $h=0.5$, panel (B) $h=0.9$, and panel (C) $h=1$. For this simulation, $R=5$ was fixed and the system was simulated through 1500 iterations, discarding the first 500 iterations, which were considered as transient behavior.

We performed the same experiment using the preferential assignment of origin and destination, i.e., scenario #2 described in [Section 3.2](#). As can be seen from [Figure 8](#), this scenario, which seeks to reproduce a realistic commuting pattern for the local population, shows a similar distribution of occupation as in the completely random case. The only difference that seems to emerge is that occupation tends to move slightly towards the eastern and northeastern areas due to the fact that these correspond to preferential origin areas whose fluxes meet in the most occupied region of the map. Once again, there appears to be an intermediate value of h that minimizes the order parameter and therefore the occupation of the network.

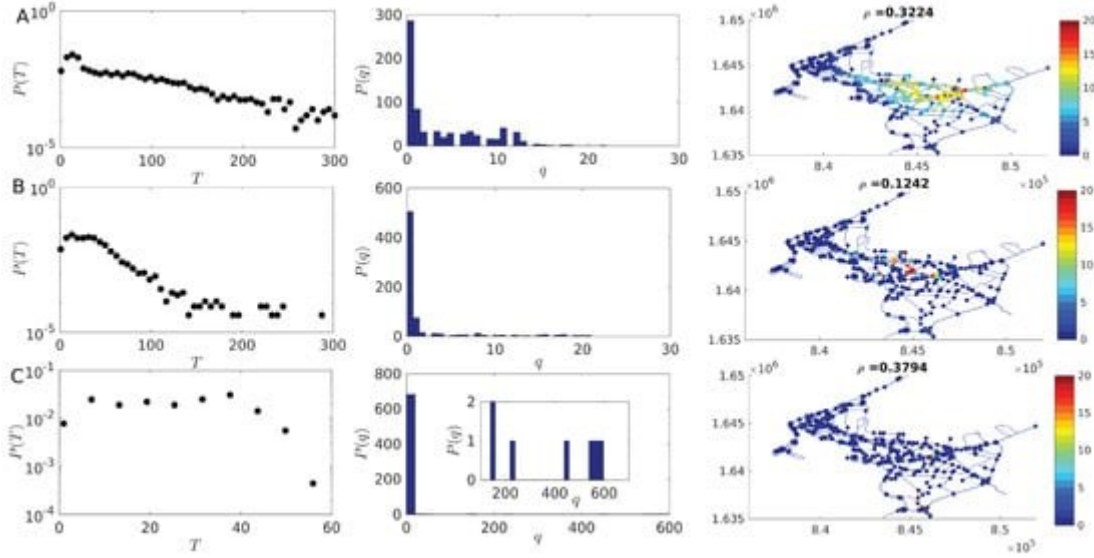


Figure 8. Different congestion cases with varying agent's behavior under scenario #2. **Left** panels: Distribution of arrival time. **Middle** panel: Histogram of the occupation in the network. **Right** panels: Spatial occupation of the network. In this figure, the panel (A) refers to $h=0.5$, panel (B) $h=0.9$, and panel (C) $h=1$. For this simulation, $R=5$ was fixed and the system was simulated through 1500 iterations discarding the first 500 iterations considered transient behavior.

These results are of course intuitive: following a shortest path strategy is by no means an optimal one, and avoiding congested nodes leads to less congested scenarios. The average statistics of several indicators point to the same conclusion as shown in [Figure 9](#). For instance, panels A–D show, respectively, average arrival time, average occupation of congested nodes (those with at least one agent), the fraction of the total agents that have not reached destination ($RN_{it}/\sum i q_i$), and the order parameter as a function of h for two different values of R , namely $R=5$ and $R=10$ under scenario #1. Panels B–D show a monotonic trend up to $h \approx 0.95$ indicating a better performance of the network for increasing h . However, at $h=1$, all the indicators change trend indicating a worsening of the performance. The only exception appears to be $\langle T \rangle$, which monotonically decreases for increasing h . This exception can be justified with the same arguments made in the previous paragraph, namely that we are not considering agents who did not arrived at their destinations for this calculation. The same trend seems to be followed under scenario #2, which can be seen in the insets of the corresponding figure for both values of R . Notice that, in contrast to scenario #1 that shows a smooth trend in all the considered indicators, simulations of scenario #2 required averaging across different realizations, producing the error bars in the insets.

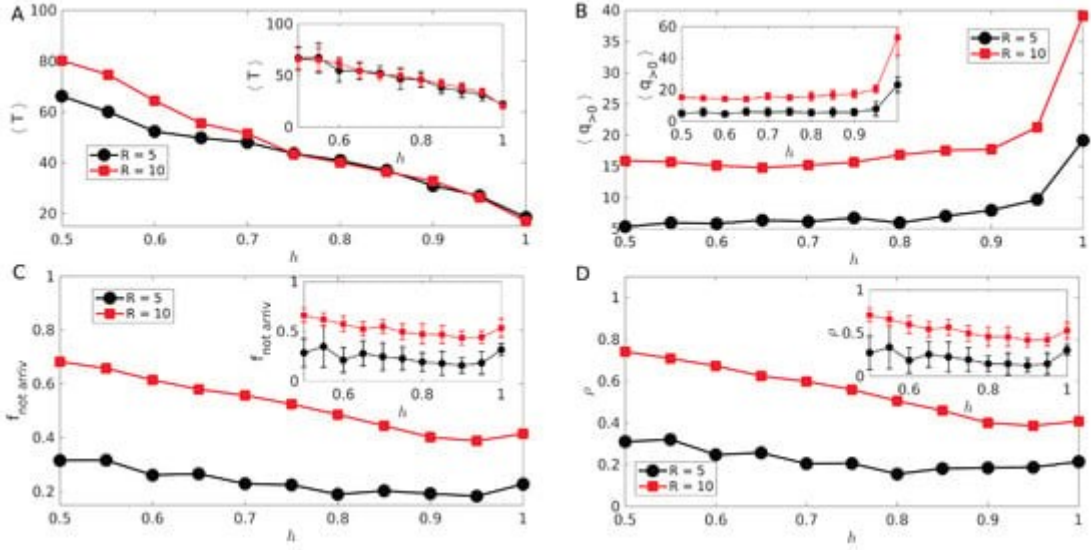


Figure 9. Average statistics as a function of h : (A) Arrival time. (B) Occupation larger than 0. (C) Fraction of nonarrived agents (D) Order parameter. In all panels, insets refer to the corresponding indicator under scenario #2 averaged across 15 realizations. Error bars denote one standard deviation.

Finally, with the aim of understanding the topological features underlying the emergence of traffic congestion, we correlated the values of centrality of each node to its occupation number q_i under scenario #1 (see main panels in Figure 10). Not surprisingly, for $h=1$, the highest correlation between b_i and q_i is achieved due to the fact that $h=1$ is precisely the shortest-path strategy, and nodes with high b_i indicate intersections where several shortest-paths pass through. Meanwhile, for the same value of h , closeness centrality is barely correlated with q_i . The most striking feature is that even slight decreases in h dramatically change the scenario, namely correlations between c_i and q_i start being significant and betweenness ceases to correlate significantly. Interestingly, when considering the correlations with scenario #2 (see insets of Figure 10), the correlation of the occupation and closeness centrality dramatically decreases and it seems to be maintained below 0.5 (on average) for all the considered values of h and for both values of R . This can be ascribed to the fact that one of the gravity areas in the network, namely the southern Mamonal Industrial Zone and all the peripheral areas acting as preferential sources, do not correspond to nodes with high closeness centrality and therefore much of the dynamics occur at these nodes. In contrast, in the purely random scenario, there is a much higher chance that either origin or destination belong to high closeness centrality nodes simply because there is a larger density of nodes in that area. Betweenness centrality in this commuting pattern scenario is again barely correlated with occupation. More surprisingly, even at $R=10$ and $h=1$, where maximum correlation at around 0.6 was achieved in the random scenario, for the real commuting pattern, this value barely reaches 0.4, a considerably lower correlation. The results shown here show a lack of a clear correlation between topology of the network and the dynamic processes occurring within it especially under realistic scenarios of origin/destination. These results suggest that measures of centrality play only a partial role in the onset of traffic congestion and they cannot fully explain the spatial occupation of the agents. This highlights the importance of considering decision-making in rational agents who actually move through the networks when thinking about the designing of future infrastructure.

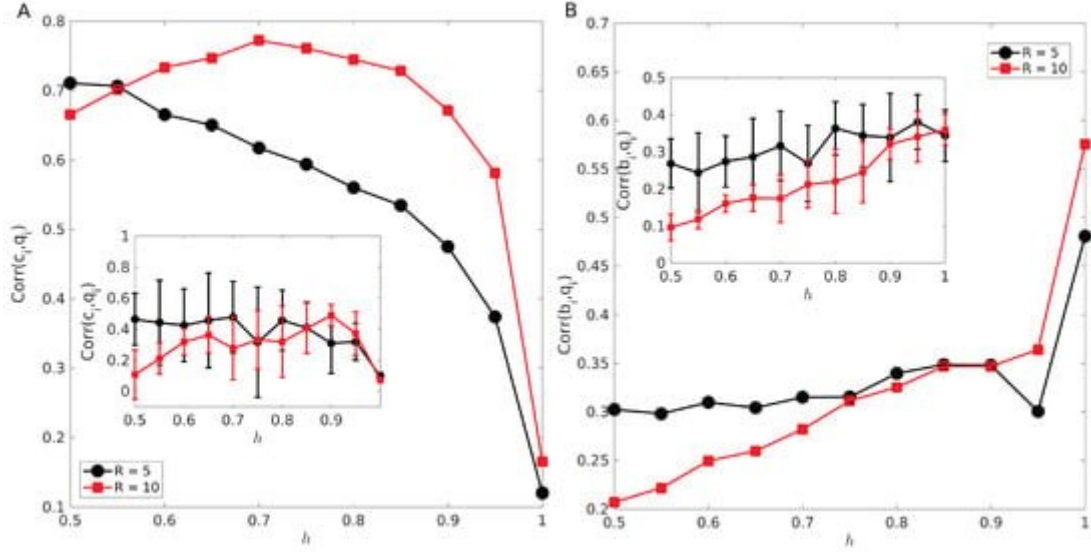


Figure 10. Correlation between occupation and (A) closeness centrality and (B) betweenness centrality at each node for scenario #1. In both panels, insets refer to the corresponding indicator under scenario #2 with $R=5$ and $h=5$, averaged across 15 realizations. Error bars denote one standard deviation.

5. Conclusions

5.1. Summary and Discussion

In this paper, we have described the emergence of traffic congestion in the road network of Cartagena de Indias using an agent-based model in which we could tune the agents' behavior from traffic avoidance mobility scheme to a shortest-path scheme. Our work complements recent studies of mobility in the city of Cartagena. For instance, in ref. [35] authors used a multicriteria approach for planning and designing pedestrian routes. Also, in ref. [36] authors proposed an ex-post evaluation of the primary goals of transit regulations using BRT (bus rapid transit) with econometric techniques. While these works might have arrived at important conclusions that help in the understanding of the mobility of the population, they do not consider the time-evolving nature of mobility along a road network.

The results of our analyses in the context of the city's history indicate patterns of self-organization that, to date, have important consequences in the way in which vehicular flow evolves in the city. The historical trajectory of urban development up to the 1990's was carried out without an explicit long-term urban planning strategy, and consequently, lacked any coherence between the plans for the expansion of public services and those for road infrastructure. Despite the fact that a first urban plan was adopted just after the year 2000 in the form of the Territorial Planning of Cartagena—POT 2000–2012, by 2010, it was clear that it had little impact on mobility problems despite some changes in road infrastructure. This calls for the need to design a disruptive strategy using the city's canals and bodies of water as a mobility alternative, an option that has been successfully implemented in other peripheral cities around the world.

Our analysis of the agent-based model simulations and the relationship with the topological features of the network yielded some interesting conclusions. It was shown that only considering some intuitive structural properties of the road network (betweenness centrality) is insufficient to predict the emergence of traffic congestion. We showed that the mobility scheme used by agents (encompassed in the parameter h) has a strong effect on the way in which the traffic is spread

throughout the network. This result emphasizes the importance of linking the static picture and the dynamic one.

An important feature of the agent-based model used here is that it is purely deterministic, in contrast with the more usual approach of using probabilistic models [37], especially those which make use of discrete choice theory [38]. The probabilistic approach has been indeed successfully used to explain, for instance, the value of travel times [39] and the impact of transport solutions [40]. We believe that the deterministic approach can be also useful in decision-making, as long as the time series of traffic flow are available, allowing the fitting of the model's parameters.

This approach to urban mobility in Cartagena provides an inductive heuristic, which will later allow mobility phenomena to be related to other current urban problems and challenges with nonlinear behaviors. Examples of these challenges are the effects of sociospatial segregation of transport systems, the performance of urban logistics, the intrinsic conflict between freight and people transit, the effects on urban mobility of the type and location of equipment, and implementation of intermodal transport systems (highway–sea–river).

5.2. Limitations and Future Research

The agent-based model used here has involved a series of simplifications aimed at understanding the emergent phenomenon of traffic congestion, its relation with the topological aspects of the road network, and the explanation of network characteristics in terms of the infrastructural development of the city. While we do not discard the possibility of applying this tandem methodology using well-known traffic simulation software, we have used custom-made software that allowed us to easily extract relevant statistical information about the mobility process and to connect the space syntax tools with the dynamic phenomena in the network. The most important simplification is the constant rate of agent creation at each time step. Of course, this hypothetical steady state of a constant flow of agents into the network is incompatible with the dynamic nature of human activity that includes peak hours of vehicular motion. It also does not consider the variability of the dynamics of different vehicles. To introduce these variables, it would be necessary to incorporate the real data of vehicular flow according to the typology and such data is not publicly available in the city. Despite the fact that we proposed a scenario which emulated the existence of gravity regions in the city, this approximation was rough and aimed only to understand whether the phenomenology found in the purely random origin/destination was consistent in this scenario. Gravity regions should be calculated in a more refined way considering, for instance, housing density and economic hubs of the city. Additional limitations of the study presented here include the fact that our analyses only considered the streets that comprise the main arteries of the city, streets were considered to be bidirectional, the flow capacity of the roads were disregarded, and the presence of control elements such as traffic lights were not contemplated either. We believe that these simplifications do not demean the importance of our contribution, through which we sought to recognize the topological elements of a road network underlying the emergent phenomenon of traffic congestion and its relationship to agent behavior and the infrastructural development of the city of Cartagena. On the contrary, we are confident that these limitations indicate a path of interesting research that could include time-dependent commutation patterns, more detailed road characteristics, the effect of boundary nodes, and the model validation with historical data. Despite all of this, our results could be used as a tool for ex ante policy evaluations in conditions of a poor traffic data monitoring system seeking to understand the effect of the informed decision of agents about the state of upcoming congestion. With this the capacity or level of service of any new infrastructure can be analyzed beyond its in situ effect, something that is relevant and reproducible to other cities with similar characteristics.

Appendix A. Evolution of the Urban Configuration of Cartagena

Urban mobility in the city is carried out through the street network infrastructure that was built based on the natural physiography of the city. This physiography historically conditioned the use of

the city as a port and as a fortification during the conquest, the colony, and the republican period for more than 400 years. Even today, it serves as a foreign trade port with more than 36 docks and enclave-type facilities (see [Figure 2](#)).

The fact that many of these enclaves are waterfronts has set the trend for various initiatives (mostly private) under a public concession scheme. These have managed in less than 30 years to occupy the 198 km of the coastline, affecting the spatial accessibility to the sea for citizens [\[41\]](#).

The process of expansion of the urban area has inertially followed the trajectory of the old railroad track where Pedro de Heredia Avenue was traced more than 60 years ago, serving as the backbone of the street network of the city. This road network supports displacement flows of a locally registered automotive fleet of more than 106.605 vehicles, plus those external flows of various types including cargo and passenger transport.

Cartagena de Indias urban development can be understood based on the physiography of the coastline, where the first settlement grew from its foundation as a fortified port and commercial locus during the colony and the Republican period (XVII–XIX century). The urban expansion outside the walls of the historic center is related to three historical milestones: (1) The construction (1958–1958) of the Gambote bridge that allowed from Cartagena, Turbana and Arjona the terrestrial crossing through the Canal del Dique towards the interior of the country. (2) The installation south of the city of the Exxon Refinery in 1957, as a part of a fuel refining complex. (3) The removal of the Chambacú neighborhood in 1967, as a mechanism to extend the Pedro de Heredia Avenue along the route of the old train track. Three loci are specially distinguished from the enclaves mentioned in the previous subsection, created and developed at diverse historical moments that are linked to the urban development and the configuration of connectivity and its characteristics:

- The first and the oldest is the so-called historic center (see the orange region in [Figure 2](#)), established as a UNESCO World Heritage Site in 1988. It is the original outpost of the conquest and the colonial viceroyalty, between the XVI and XVIII centuries. It also served as the port of extraction of resources from New Granada, and the slave trade. This “old city” is segregated from the rest of the later urban expansion due to its walled defense architecture surrounded by the sea, lagoon bodies, and water pipes, which allowed its defense during the colony. Later, after the independence in the 19th century, the old city was linked to the interior of the country through a railroad. On this route, once the railway system was dismantled in 1930, the main road was built between 1969–1971, called Pedro de Heredia Avenue, until today the main and most congested road in the urban area [\[42\]](#).
- The second enclave is the Mamonal Industrial Complex born with the construction of the oil refinery in 1957 (light-violet region in [Figure 2](#)). The increasing number of facilities and docks (more than 36) evolved toward the consolidation of the “cargo corridor” absorbing some already consolidated urban routes to favor heavy cargo traffic that dangerously mixes with urban logistics.
- The third enclave is the touristic hotel area (yellow region in [Figure 2](#)), which, starting from the historic center, creates narrow strip of land with a peninsula. Since 1990, the tourism of the city grew toward the group of neighboring islands (Los Corales Natural Park) and more recently towards the north, following the coastal strip. It is appropriate to say that the aforementioned enclaves have occupied most of the coastal strip and low tide, and therefore access to the sea and inland water bodies.

Considering the historical period 1950–2000, the three enclaves mentioned above were consolidated thanks to private investment capital with a great interest to occupy the low-tide areas of the coast, favored by regulatory processes aimed at promoting openness to international trade [\[43\]](#). Altogether, the historic shaping of the street network of the city has a strong impact on the mobility dynamics as shown in the main text.

References

1. Pumain, D.; Saint-Julien, T. *Análisis Espacial: Las Interacciones*; Universidad de Concepción-Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía: Concepción, Chile, 2014. [[Google Scholar](#)]
2. Barthélemy, M. Spatial networks. *Phys. Rep.* **2011**, *499*, 1–101. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
3. Crucitti, P.; Latora, V.; Porta, S. Centrality measures in spatial networks of urban streets. *Phys. Rev. E* **2006**, *73*, 036125. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
4. Crucitti, P.; Latora, V.; Porta, S. Centrality in networks of urban streets. *Chaos Interdiscip. J. Nonlinear Sci.* **2006**, *16*, 015113. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Duan, Y.; Lu, F. Robustness of city road networks at different granularities. *Phys. A Stat. Mech. Appl.* **2014**, *411*, 21–34. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. Manley, E.; Cheng, T. Understanding road congestion as an emergent property of traffic networks. In Proceedings of the 14th WMSCI, Orlando, FL, USA, 29 June–2 July 2010. [[Google Scholar](#)]
7. Nagel, K.; Paczuski, M. Emergent traffic jams. *Phys. Rev. E* **1995**, *51*, 2909. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)] [[Green Version](#)]
8. Jayasinghe, A.; Sano, K.; Nishiuchi, H. Explaining traffic flow patterns using centrality measures. *Int. J. Traffic Transp. Eng.* **2015**, *5*, 134–149. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
9. Lämmer, S.; Gehlsen, B.; Helbing, D. Scaling laws in the spatial structure of urban road networks. *Phys. A Stat. Mech. Appl.* **2006**, *363*, 89–95. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
10. Gallelli, V.; Perri, G.; Vaiana, R. Operational and Safety Management at Intersections: Can the Turbo-Roundabout Be an Effective Alternative to Conventional Solutions? *Sustainability* **2021**, *13*, 5103. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
11. Macioszek, E. Roundabout Entry Capacity Calculation—A Case Study Based on Roundabouts in Tokyo, Japan, and Tokyo Surroundings. *Sustainability* **2020**, *12*, 1533. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
12. Davidović, S.; Bogdanović, V.; Garunović, N.; Papić, Z.; Pamučar, D. Research on Speeds at Roundabouts for the Needs of Sustainable Traffic Management. *Sustainability* **2021**, *13*, 399. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
13. Auttakorn, S. Assessment of traffic flow benefits of flyovers: A case study. *J. Soc. Transp. Traffic Stud. (JSTS)* **2013**, *4*, 1–9. [[Google Scholar](#)]
14. Headrick, J.; Uddin, W. Traffic flow microsimulation for performance evaluation of roundabouts and stop-controlled intersections at highway overpass. *Adv. Transp. Stud.* **2014**, *34*, 7–18. [[Google Scholar](#)]
15. Ran, B.; Boyce, D. *Modeling Dynamic Transportation Networks: An Intelligent Transportation System Oriented Approach*; Springer Science & Business Media: Berlin/Heidelberg, Germany, 2012. [[Google Scholar](#)]
16. Nagatani, T. The physics of traffic jams. *Rep. Prog. Phys.* **2002**, *65*, 1331. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
17. Orosz, G.; Wilson, R.E.; Stépán, G. Traffic jams: Dynamics and control. *Philos. Trans. R. Soc. A* **2010**, *368*, 4455–4479. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)] [[Green Version](#)]
18. van Wageningen-Kessels, F.; Van Lint, H.; Vuik, K.; Hoogendoorn, S. Genealogy of traffic flow models. *EURO J. Transp. Logist.* **2015**, *4*, 445–473. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
19. Bazzan, A.L.; Klügl, F. A review on agent-based technology for traffic and transportation. *Knowl. Eng. Rev.* **2014**, *29*, 375. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
20. Krajzewicz, D.; Erdmann, J.; Behrisch, M.; Bieker, L. Recent development and applications of SUMO—Simulation of Urban MObility. *Int. J. Adv. Syst. Meas.* **2012**, *5*, 128–138. [[Google Scholar](#)]
21. Smith, L.; Beckman, R.; Baggerly, K. *TRANSIMS: Transportation Analysis and Simulation System*; Technical Report; Los Alamos National Lab.: Los Alamos, NM, USA, 1995. [[Google Scholar](#)]
22. Horni, A.; Nagel, K.; Axhausen, K.W. *The Multi-Agent Transport Simulation MATSim*; Ubiquity Press: London, UK, 2016. [[Google Scholar](#)]
23. Echenique, P.; Gómez-Gardenes, J.; Moreno, Y. Dynamics of jamming transitions in complex networks. *EPL Europhys. Lett.* **2005**, *71*, 325. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
24. Sreenivasan, S.; Cohen, R.; López, E.; Toroczkai, Z.; Stanley, H.E. Structural bottlenecks for communication in networks. *Phys. Rev. E* **2007**, *75*, 036105. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
25. De Martino, D.; Dall'Asta, L.; Bianconi, G.; Marsili, M. Congestion phenomena on complex networks. *Phys. Rev. E* **2009**, *79*, 015101. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)] [[Green Version](#)]

26. Yan, G.; Zhou, T.; Hu, B.; Fu, Z.Q.; Wang, B.H. Efficient routing on complex networks. *Phys. Rev. E* **2006**, *73*, 046108. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)][[Green Version](#)]
27. Colak, S.; Schneider, C.M.; Wang, P.; González, M.C. On the role of spatial dynamics and topology on network flows. *New J. Phys.* **2013**, *15*, 113037. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)][[Green Version](#)]
28. Amezcuita-Lopez, J. *Competitividad y Sostenibilidad de Cartagena de Indias*; InterNaciones: Guadalajara, Mexico, 2017; Volume 6. [[Google Scholar](#)]
29. Porta, S.; Crucitti, P.; Latora, V. The network analysis of urban streets: A primal approach. *Environ. Plan. B Plan. Des.* **2006**, *33*, 705–725. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)][[Green Version](#)]
30. Xie, F.; Levinson, D. Measuring the structure of road networks. *Geogr. Anal.* **2007**, *39*, 336–356. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
31. Zhao, L.; Lai, Y.C.; Park, K.; Ye, N. Onset of traffic congestion in complex networks. *Phys. Rev. E* **2005**, *71*, 026125. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)][[Green Version](#)]
32. Universidad de Cartagena and Alcaldía Distrital de Cartagena. Diagnóstico del Distrito de Cartagena en materia de ordenamiento territorial. In *Documento de Seguimiento y Evaluación de los Resultados Obtenidos Respecto de los Objetivos Planteados en el Plan de Ordenamiento Territorial Vigente del Distrito de Cartagena*; Universidad de Cartagena: Cartagena, Colombia, 2010. [[Google Scholar](#)]
33. Barthelemy, M.; Bordin, P.; Berestycki, H.; Griboaudi, M. Self-organization versus top-down planning in the evolution of a city. *Sci. Rep.* **2013**, *3*, 1–8. [[Google Scholar](#)]
34. Reynoso, C. *Redes Sociales y Complejidad: Modelos Interdisciplinarios en la Gestión Sostenible de la Sociedad y la Cultura*; Sb: Buenos Aires, Argentina, 2011. [[Google Scholar](#)]
35. Gonzalez-Urango, H.; Inturri, G.; Le Pira, M.; García-Melón, M. Planning for Pedestrians with a participatory multicriteria approach. *J. Urban Plan. Dev.* **2020**, *146*, 05020007. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
36. Gómez-Lobo, A. Transit reforms in intermediate cities of Colombia: An ex-post evaluation. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2020**, *132*, 349–364. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
37. Chen, S.; Huang, W.; Cattani, C.; Altieri, G. Traffic dynamics on complex networks: A survey. *Math. Probl. Eng.* **2012**, *2012*, 732698. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
38. Ben-Akiva, M.; Bierlaire, M. Discrete choice models with applications to departure time and route choice. In *Handbook of Transportation Science*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2003; pp. 7–37. [[Google Scholar](#)]
39. Wardman, M.; Chintakayala, V.P.K.; de Jong, G. Values of travel time in Europe: Review and meta-analysis. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2016**, *94*, 93–111. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
40. Birolini, S.; Malighetti, P.; Redondi, R.; Deforza, P. Access mode choice to low-cost airports: Evaluation of new direct rail services at Milan-Bergamo airport. *Transp. Policy* **2019**, *73*, 113–124. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
41. López, J.A. La competitividad en el marco de políticas para ciudades sostenibles: Caso Cartagena, Colombia. *InterNaciones* **2018**, *13*, 101–130. [[Google Scholar](#)]
42. Ortiz, C.J. *Un Diablo al que le Llamam Tren. El Ferrocarril Cartagena-Calamar*; Fondo de Cultura Económica: Bogotá, Colombia, 2018. [[Google Scholar](#)]
43. Mariaca, D.A.R.; Calán, C.A.G.; Molina, C.J. La accesibilidad terrestre a los puertos marítimos de Colombia. Una aproximación desde la equidad territorial. *Entorno Geográfico* **2018**, *15*, 8–47. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Anexo G. Aportación (2018) en “La infraestructura logística en el Sur de Bolívar: estado actual y potencialidades”

AMEZQUITA, J., AGÁMEZ, A.M. y JURADO, J.M. (2018): “La infraestructura logística en el Sur de Bolívar: estado actual y potencialidades”, en MÁRQUEZ, J.A. (Dir.): *Sistemas productivos locales con anclaje territorial*. Colección Collectánea, nº 217, Universidad de Huelva, pp. 311-326, ISBN 978-84-17288-97-6. CRITERIOS DE <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6919721>
<https://www.dropbox.com/s/u540etsw4zon30f/SISTEMAS%20PRODUCTIVOS%20CON%20ANCLAJE%20TERRITORIAL.pdf?dl=0>
https://www.researchgate.net/publication/344892120_La_infraestructura_logistica_en_el_Sur_de_Bolivar_estado_actual_y_potencialidades
https://www.academia.edu/44979299/AMEZQUITA_J_AG%C3%81MEZ_A_M_y_JURADO_J_M_2018_La_infraestructura_log%C3%ADstica_en_el_Sur_de_Bol%C3%ADvar_estado_actual_y_potencialidades

Resumen:

Este análisis se inicia con la caracterización actual del estado de la infraestructura logística en la subregión del Magdalena Medio y su relación con la gestión de la cadena de suministro de productos agrícolas que se despliega en el Sur del Departamento de Bolívar. Se revisa el estado de avance de los proyectos de infraestructura vial desde 2015 a 2018 para incorporarlos en un análisis de configuración espacial. Ello permite examinar los efectos espaciales de proximidad, accesibilidad y otras variables entre las áreas de producción agrícola desde el interior del territorio hacia los enclaves portuarios. Finalmente, se establece un análisis de la incidencia entre los atributos de conectividad espacial y los avances en infraestructura de transferencia de carga y de servicios logísticos que explican los cambios en el movimiento de productos agrícolas y los potenciales efectos en la cadena de suministro

Indicios de calidad:

Esta aportación fue seleccionada como capítulo de libro en una edición dirigida por el Prof. Juan Márquez y editado por la UHU. Posición 103 de 104 (ICEE:2.000) en Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences (SPI).

Número de citas: 1

LA INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA EN EL SUR DE BOLÍVAR: ESTADO ACTUAL Y POTENCIALIDADES

Julio Amézquita López

Instituto IPREG

Grupo de investigación CTS- Universidad de Cartagena

ipreg1@unicartagena.edu.co

Anny del Mar Agámez Arias

Grupo de Investigación CTS- Universidad de Cartagena

annyagamez14@gmail.com

José Manuel Jurado Almonte

Universidad de Huelva

jurado@uhu.es

1. INTRODUCCIÓN

El territorio de interés en esta investigación es la subregión Medio Magdalena, con focalización en los municipios del departamento de Bolívar (Colombia). Los municipios de Arenal, Cantagallo, Morales, San Pablo, Santa Rosa del Sur y Simití conforman este territorio denominado ZODES Magdalena Medio Bolivarense. En total, este espacio geográfico equivale en extensión aproximadamente a 8.973 km².

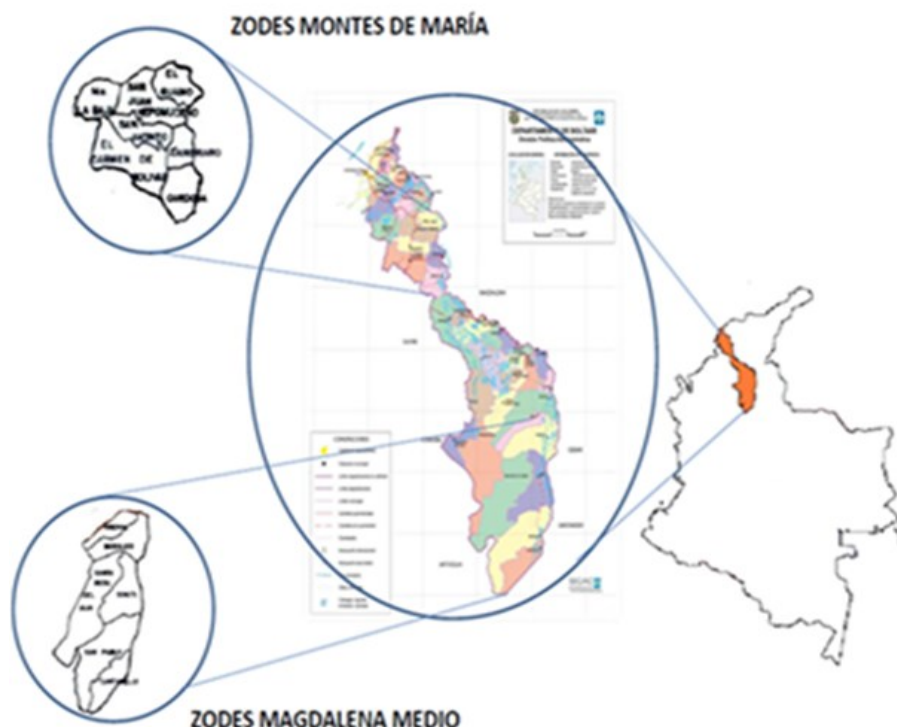
Esta ZODES (Zona de Desarrollo Económico y Social) ha sido el escenario de serios conflictos desde la década de los 60's relacionados con intereses diversos de dominación y explotación de sus recursos naturales (agropecuarios, minerales y fuentes de agua provenientes de la Serranía de San Lucas, como el Río Cimitarra, afluente del río Magdalena). Como se puede ver en la Figura 1, esta unidad territorial se encuentra en la ribera occidental del río Magdalena, localizada a 35 Kilómetros aguas abajo del complejo petrolero y puerto de Barrancabermeja, que sufrió la conocida represión huelguista de 1971, la cual tuvo consecuencias perdurables en la estructura y estrategias de los grupos campesinos y sindicales nacionales como la Asociación Nacional de Usuarios Campesinos (ANUC), la Unión Sindical Obrera (USO) y la Central Unitaria de Trabajadores (CUT).

A inicios de la década de los 60's el dominio de este territorio agreste y fluvial fue ejercido por parte de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), hasta la década de los 70's. La posterior irrupción en los 80's de los grupos paramilitares (Movimiento de Restauración Nacional – Morena) en “una especie de cruzada anti-

subversiva financiada por el narcotráfico”, provocó sucesivos flujos migratorios en la disputa del control sobre la minería ilegal del oro y, luego, de la coca, consolidando desde 1983, en la zona ribereña paralela al oleoducto caño Limón – Coveñas, las mayores extensiones de tierra con senderos, caños, lagunas y brazos del río (Vargas & Camacho, 1998). Hasta los 90’s, este territorio se reflejaba en la cartografía y documentos oficiales como una gran reserva natural con escasos asentamientos en las cabeceras municipales, prácticamente vacía, a pesar de la avanzada inercia del proceso de colonización desde el vecino Departamento de Santander y el oriente del Departamento de Antioquia, ambos territorios bajo presión latifundista por parte del narcotráfico, las multinacionales mineras (petróleo y calizas) y la ganadería extensiva (Estrada, López, & Muñoz, 2003).

Esta inercia parece explicar, sin llegar a ser conclusivos en cuanto procesos de memoria histórica, los flujos de migración y la conformación de nuevos asentamientos hacia los municipios del sur de Bolívar, que se dedicaron a actividades agropecuarias tradicionales, siembra de coca y minería ilegal de oro y plata, en un marco de hechos violentos que fueron configurando fronteras y senderos. Una porción de estos dominios, en ausencia de infraestructura vial, y con el Río Magdalena como arteria principal de la movilidad serán, luego de las zonas de agroindustria para cultivos de palma aceitera, que se expandieron desde la ribera opuesta en San Alberto (Departamento de César) y Puerto Triunfo (Departamento de Antioquía).

Figura 1. Localización geográfica de la ZODES Magdalena Medio Bolivarenses



Fuente: Plan de Desarrollo Departamental - Bolívar Ganador, 2012

En el intervalo 2000 a 2009, la dinámica de avance en los cultivos de la palma está relacionada con los nuevos tramos de carretera y constituye el mecanismo de intervención estatal para recuperar el dominio sobre la jurisdicción después de más de 40 años de ausencia institucional y gubernamental. Asimismo, los recursos hídricos están siendo afectados en las zonas altas de la Serranía San Lucas desde hace años por el uso de mercurio en las minas de oro, que ha aumentado el riesgo de abastecimiento de agua consumible principalmente en la cabecera del municipio de Simití.

Durante el periodo 2009-2016, la actuación pública para estas poblaciones direccionadas desde el ejecutivo (Presidencia) cierra el capítulo de la intervención de más de 14 años del Programa de Paz (PDP), cofinanciada en gran parte con recursos de cooperación de la Unión Europea, y administrada por operadores de UE y coaliciones de convergencia civil y eclesiástica (Compañía de Jesús, principalmente). En paralelo a este programa, desde 2006 se estaba implementado ajustes a la Política Nacional Logística de Colombia, cuyos componentes programáticos para 2015, incluyen el fortalecimiento de cadenas productivas, la facilitación del comercio exterior, la gestión de la información, la infraestructura para la multimodalidad, el ordenamiento territorial, y el marco normativo e institucional.

Entre 2014 y 2016 en toda la región Caribe colombiana (que engloba a varios departamentos), se presentan, auspiciadas desde la administración nacional, iniciativas de inversión pública de alcance regional, que pretenden ser concurrentes en algunos casos, y complementarias en otros, como son el *Diamante Caribe* y *de Santanderes*, el

Macroproyecto de navegabilidad del río Magdalena, que permitiría el aumento en las toneladas de transporte (de 3 a 15 millones), así como la reducción del tiempo de transporte entre el interior del país y Barranquilla a “220 horas, que actualmente está en 330 horas” (Navelena - CORMAGDALENA, 2014), y la iniciativa *Logport* (Amézquita, Agaméz, González, Valdes, & Vergara, 2015). Esta última involucraba el diseño y montaje de plataformas o soluciones logísticas en el territorio de estudio, en la cual la agenda pública prioriza desde 2009, los cultivos de palma, maíz, cacao, yuca y café, de conformidad con el estudio de inteligencia de mercados basados en el análisis de los tratados de libre comercio frente a la tradición productiva de la zona, y a pesar de presencia hegemónica de la ganadería extensiva de bovinos.

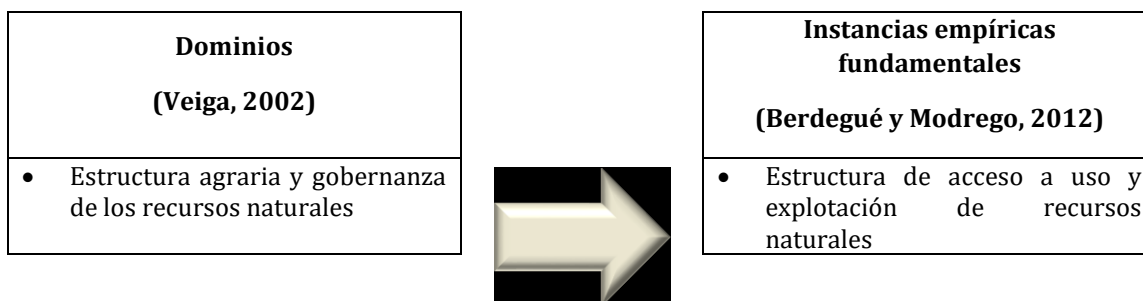
Esta simultaneidad de intervenciones públicas sucede durante el tránsito hacia un nuevo marco político institucional que pretendía la transformación social, cultural y económica, mediante las negociaciones de La Habana entre el Gobierno del anterior presidente Juan M. Santos y el grupo insurgente de las FARC, y se esperaba que conduciría a un posible escenario de postconflicto, hasta el inicio de la administración del actual presidente Iván Duque (desde agosto de 2018), que somete este proceso a un nuevo nivel de incertidumbre desde su investidura.

2. LOS ASUNTOS SENSIBLES DE LA DINÁMICA RURAL

Resulta de nuestro interés para la comprensión del desarrollo o dinámica rural en áreas *interiores*, es decir aquellas zonas rurales alejadas del litoral y de las ciudades más pobladas como es el caso del Medio Magdalena, lograr enlazar o relacionar los efectos de las plataformas o facilidades logísticas, que suelen ser inversiones privadas o de carácter público-privado, localizadas sobre una configuración de conectividad espacial conformada por vías terrestres o fluviales.

Los aportes del estudio realizado por Berdegú y Modrego (2012) con el denominado *Programa de Dinámicas Territoriales Rurales (DTR)* nos permiten exponer los temas *sensibles* o *instancias empíricas fundamentales* muy presentes en las regiones rurales en 11 países de Latinoamérica. Con el trabajo de campo realizado por el mencionado programa, se resignificaron los dominios expuestos por Veiga (2002). Los temas sensibles o instancias empíricas fundamentales sugieren 5 agrupaciones principales. De esta manera, en la Figura 2 se muestran esta correspondencia.

Figura 2. Correspondencia de temáticas para análisis sobre dinámicas rurales



- Interacciones de territorios con mercados
- Estructuras económico-productivas de los territorios
- Relaciones con las ciudades
- Inversión pública.

- Mercados dinámicos
- Estructura productiva
- Relaciones con las ciudades
- Las políticas públicas

Fuente: Elaboración propia

Esta acepción del cambio o diferenciación territorial va más allá de espacio contenedor, superando el sesgo hacia el crecimiento económico y, en consecuencia, aborda la dinámica del territorio rural como *espacio apropiado* de diversas relaciones sociales, que supera el espectro exclusivo de relaciones de cooperación y competencia. Esta representación de la dinámica rural conversa con la idea de un ciclo de política pública que indagaría sobre cuáles son los problemas y retos de los territorios rurales y de la sociedad que pretende resolver las plataformas logísticas como instrumento de gestión territorial.

Consecuentemente, este enfoque de la política se ocupa por establecer modelos de ocupación del territorio que inciden sobre la configuración territorial, desde la estructura biofísica y sus determinantes, a una infraestructura que determina la estructura funcional y de servicios y de allí desemboca en resultados socio-económicos (inversión, empleo, movilidad, productividad), pero rompe esta linealidad, al considerar la recursividad de los flujos y como éstos retroalimentan la transformación de la estructura que en principio le dio origen, con efectos en el paisaje y en los usos del suelo (Jurado Almonte, 2011) y, en definitiva, en la sostenibilidad ambiental, según nos advierten diversos autores (Pérez, 2008 y Wanderley, 2003).

Por tanto, las plataformas logísticas y los nuevos usos industriales en espacios rurales se pueden revalorar como *espacios apropiados* para el intercambio de flujos de productividad rural y, su localización estaría privilegiada en los nodos de la red vial de conectividad. La configuración de esta red de vías acuáticas y terrestres ha involucrado actividades de remoción de tierras para ganadería extensiva, canalización para cultivos de palma y, más recientemente, de intervenciones sobre cursos de agua por parte de transnacionales de logística fluvial, con efectos de degradación y acceso a cuerpos de agua para actividades pesqueras y de acuicultura en la ribera del río Magdalena.

La utilidad metodológica de esta representación sobre la dinámica territorial rural está en correlacionar estos asuntos sensibles con la infraestructura vial y las plataformas logísticas, desde las interacciones y tensiones entre ámbitos económico-productivos y los socio-político-culturales.

3. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA EN LA ZODES MAGDALENA MEDIO BOLIVARENSE (2015-2018)

La métrica utilizada por la OCDE, el Centro logístico de Atlanta, el Consejo privado de competitividad (www.compitem.com.co) y el Observatorio Nacional de Logística califican como un buen desempeño logístico aquel que optimiza la relación insumo-producto-distancia (productividad), minimiza desperdicios y re-trabajos (calidad) y permite responder oportunamente con relación a la expectativa de cliente, por sincronización de operaciones de abastecimiento industrial o cadena de suministro. Bajo esta métrica, el mayor valor agregado para acceder a un mercado meta se obtiene en la medida que se disminuyen los costos transaccionales y los fletes. Es por ello que revisamos a continuación el estado de la conectividad vial para luego señalar las instalaciones para transferencia, almacenamiento y distribución de carga y pasajeros actuales, e identificar avances de nuevos proyectos viales, para revisar los cambios en la configuración de redes viales.

Los municipios de la ZODES Magdalena Medio Bolivarense no han tenido históricamente soluciones viales, salvo el río, hacia el norte de este Departamento y el mar Caribe. Por lo cual, la respuesta desde el gobierno nacional está en la denominada Troncal del Sur, en ejecución por tramos desde 2009, que conectaría este territorio en dirección al mar Caribe. En la Figura 3 se muestra este proyecto vial en sentido Norte - Sur. *“Permite integrar la zona sur con el resto de la región Caribe a través de la Transversal de la Depresión Momposina y con el resto del país por Barrancabermeja (Santander). Se inicia en Barrancabermeja, atraviesa el río Magdalena (Puente), sigue por Yondó - Simití - Norosí - Barranco de Loba, donde se requiere la construcción de un puente sobre el río Magdalena para empalmar con el tramo Hatillo de Loba - Botón de Leiva (Transversal de la Depresión Momposina). Tiene una longitud de 290 kilómetros, de los cuales, 75 km. están incluidos en el proyecto Autopista de las Américas Sector I, Tramo: Simití - Yondó (Plan Vial del Caribe, 2015).”*

Figura 3. Proyecto vial: Troncal del Sur de Bolívar



Fuente: Plan Vial del Caribe (2015)

Para 2017, la Gobernación del Departamento de Bolívar priorizó y solicitó al Ministerio de Transporte de Colombia la construcción del tramo de 26 km entre Simití - San Pablo - Cantagallo y Yondó (ver Figura 4) y la conexión vial Cantagallo - Depresión Momposina, tramo Barranco de Loba - Arenal - Morales - Simití. Estos proyectos conectan el sur de Bolívar con la Transversal Depresión Momposina y reducen los costos de operación; y transporte de recorrido hasta en un 40% (Gobernación de Bolívar, 2017).

Asimismo, desde inicios del año 2018 se está ejecutando el tramo San Pablo-Simití que hace parte de la Transversal de la Américas. Su avance se estima en 50%, por parte de Vías de las Américas S.A.S, a un costo estimado de 516.462 millones de pesos colombianos (unos 142 millones de euros), con recursos del Gobierno Nacional, Gobernación del departamento de Bolívar y Concesionarios.

Figura 4. Tramo de la Troncal del Sur Simití - Yondó

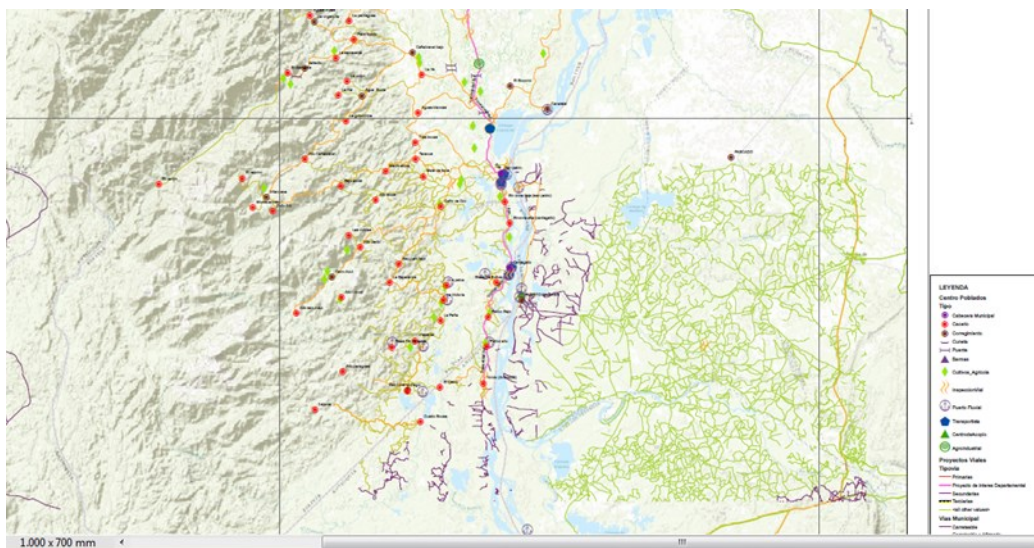


Fuente: Plan de Desarrollo Bolívar Avanza. 2017

A pesar de la variedad de agentes de carácter público (Min. Agricultura, INCODER, Gobernación de Bolívar, Min. Ambiente, Cormagdalena, INVIAS, etc.) es precaria la disponibilidad de recursos de Sistemas de Información Geográficos (SIG) en las administraciones municipales para actualización de los Esquemas de Ordenamiento Territorial - EOT y aplicados al desarrollo rural. Esto explica la ausencia de un sistema permanente de monitoreo y seguimiento de la dinámica de ocupación del suelo que, además, refleje la evolución de la infraestructura de carácter regional. Sin embargo, el proyecto Logport (componente Sur de Bolívar) georreferenció caseríos (agrupamientos de vivienda rural) e instalaciones asociadas como centros de acopio, muelles o embarcaderos y otras instalaciones.

En la figura 5 se muestran la ubicación de los caseríos y el equipamiento relacionado con la actividad agropecuaria en los municipios de San Pablo y Simití. La información cartográfica corresponde al año 2015. Los puntos rojos corresponden a los caseríos (Obsérvese la dispersión de más de 30 lugares poblados entre el Río y la Serranía) y los puntos verdes a los cultivos y centros de acopio para almacenamiento y transferencia de carga sobre el Río Magdalena. Del otro lado de la ribera, el puerto de Gamarra está especializado en carga minera a granel.

Figura 5. Ubicación de caseríos y equipamientos para la actividad agropecuaria entre San Pablo y Simití, año 2015

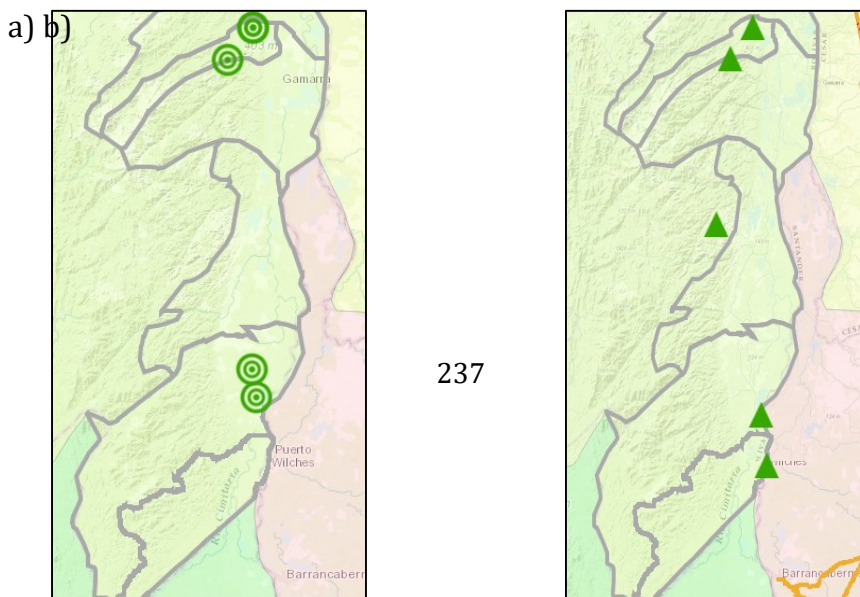


Fuente: Proyecto Logport – Componente Sur de Bolívar, UTB (2015)

En términos de equipamiento e instalaciones, la ZODES Magdalena Medio Bolivarense cuenta con centros de acopio agrícola dispersos y dos plantas de procesamiento de palma, pero carece de instalaciones de transferencia de carga que permitan gestionar grandes volúmenes de flujo agrícola a lo largo de aproximadamente 60 km. de ribera entre Cantagallo y Cerro de Burgos. No obstante, el quehacer tradicional permite identificar y ubicar puntos de transferencia (carga/descarga) utilizando Tractomula sobre Ferry, y otros puntos de intercambio de modos de transporte y acopio de producto de menor capacidad. Estos puntos se consideran como potenciales referentes para la inversión en nuevas infraestructuras y el desarrollo de una red logística que dinamice el territorio y conecte la zona con los enclaves portuarios de orden nacional, teniendo en cuenta la principal arteria fluvial del país y las iniciativas mencionadas en la introducción de este documento.

En la figura 6 se muestran los puntos más representativos, en el lado a) se sitúan los puntos procesamiento y en el lado b) los puntos de almacenamiento agrícola.

Figura 6. Puntos de procesamiento y transformación agrícola en la ZODES

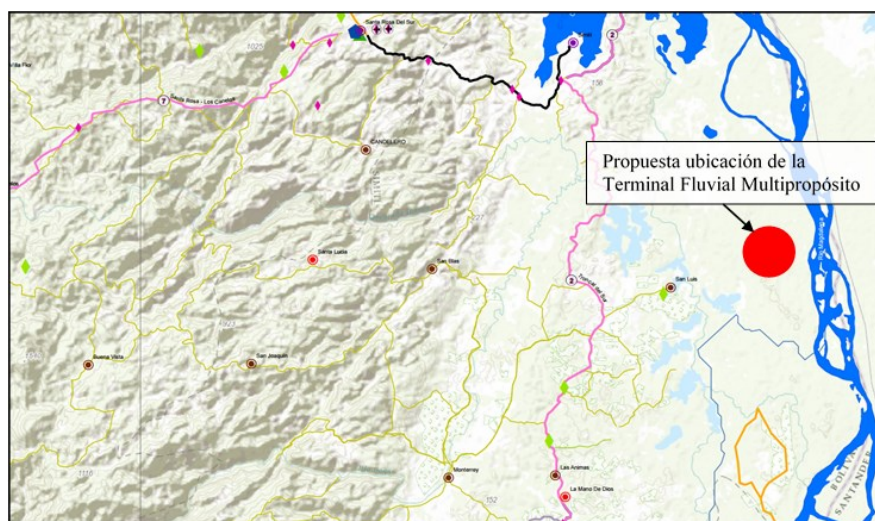


Fuente: Proyecto Logport – Componente Sur de Bolívar, UTB (2015)

En el proyecto Logport –componente sur de Bolívar (2015)- se propone una serie de soluciones logísticas integrales que impactan en la estructura de acceso y conectividad de la zona. El espacio geográfico analizado desde los componentes físicos e hidrográficos del territorio, la priorización de la producción y la identificación de necesidades que respalden a su vez los flujos de pasajeros encuentran en la intermodalidad alternativas viables y competitivas que distinguen la ubicación de infraestructuras.

El río Magdalena, el río Cimitarra y el brazo del río Morales se conciben como los principales aliados de estas iniciativas. En la figura 7 se muestra la propuesta de ubicación de una Terminal Fluvial-Multipropósito. Esta terminal fluvial se incorpora como iniciativa de mejora en la eficiencia del actual sistema logístico, en el cual se espera impulse el tejido empresarial y comercial.

Figura 7. Soluciones logísticas para la ZODES: la intermodalidad



Fuente: Proyecto Logport – Componente Sur de Bolívar, UTB (2015)

Esta propuesta de terminal fluvial resulta convergente con la propuesta de *Agrocentros* para el Magdalena Medio, que se formula en la política nacional de Logística para atender las cadenas productivas del sector agrícola, agropecuario y agroindustrial, e incluiría soporte a la cadena de frío, centros de atención al sector del transporte terrestre y fluvial, y otros servicios conexos.

4. EFECTOS Y POTENCIALIDADES DE LAS PLATAFORMAS LOGÍSTICAS SOBRE LAS CADENAS DE SUMINISTRO

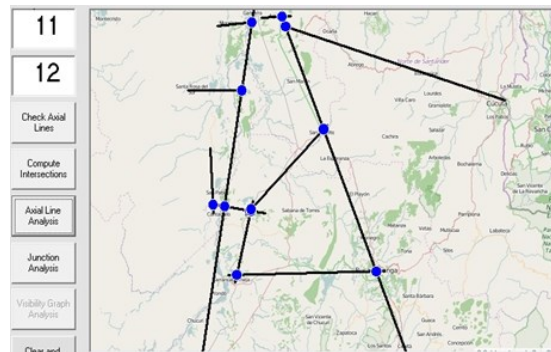
Al considerar la configuración espacial y la localización de la red de conectividad terrestre y fluvial para acceso a las áreas o polígonos de uso de cultivos y actividades pecuarias, y las localizaciones actuales de nodos de transferencia, se pueden:

a) Estructura de acceso a uso y explotación de recursos naturales:

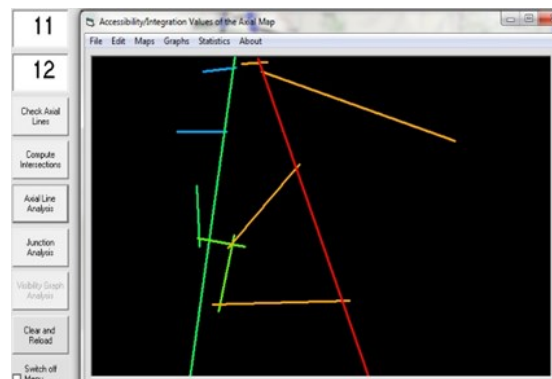
Las estructuras planteadas se propusieron bajo la premisa de mejorar la accesibilidad espacial a las zonas de producción y simultáneamente agregar valor al producto (acopio, embalaje, transformación próxima al cultivo). La actual disposición para la accesibilidad de la zona frente se ilustra a continuación en Ajax Light para identificar axiales (el eje verde representa el eje del Río Magdalena) que involucran los circuitos viales que conectan las cuatro cabeceras de los municipios de Cantagallo, San Pablo, Simiti y Santa Rosa del Sur. Lo avanzado en vías es insuficiente si se compara con el Medio Magdalena Antioqueño (del municipio de Yondó hacia Puerto Boyacá, en camino hacia Medellín), con el recientemente inaugurado puente Barrancabermeja – Yondó hacia el sur. El eje principal por carretera que conecta el Departamento de Santander hacia el Caribe (eje axial Rojo, lo que denota actualmente mayor nivel de accesibilidad frente al eje del río), atraviesa los municipios santanderinos de Barrancabermeja y Puerto Wilches y es por donde se mueven los principales flujos de carga en camiones y el flujo de pasajeros hacia la costa del Caribe.

Figura 8. Configuración espacial de conexiones viales (terrestres y fluviales) para la región el territorio del Medio Magdalena y su mapa de relevancia axial

a)



b)



Fuente: Elaboración propia

La Troncal del Sur de Bolívar, al ser paralela al Río Magdalena, no mejora topológicamente la accesibilidad de la zona de estudio, en especial hacia las zonas altas de la Serranía, alejándose de la ribera del río Magdalena. Esta vía parece concebida para facilitar la explotación y transporte terrestre de las zonas adyacentes a la ribera, donde actualmente se encuentran los cultivos de palma. Por tanto, lo que eleva el nivel de accesibilidad hacia el Río Magdalena son las rutas hacia la Serranía.

El Terminal fluvial multipropósito propuesto permitiría la operación de carga sin interferir con el crecimiento urbano de los centros poblados de San Pablo y Simití, y se encuentra más próximo a la trayectoria de caminos que penetra más arriba en la Serranía de San Lucas, siendo consecuentes con el argumento de accesibilidad.

b) Mercados dinámicos:

Con base en la información preliminar de la logística utilizada para los principales productos de la zona, tenemos que el oro se comercializa principalmente en Medellín, la palma se procesa y toma camino hacia el sur, la refinería de Barrancabermeja, y hacia el norte camino, desde Puerto Wilches, en la ribera contraria hacia los puertos costeros en Barranquilla, Cartagena de Indias y Santa Marta.

Las rutas de la coca y de la pasta de coca, desde la serranía de San Lucas hacia la ribera del río Magdalena, al ser ilegales son más inciertas, aunque incidan en procesos acumulativos en otros sectores, como el ganadero, el comercial y otros productos agrícolas. Sería necesario indagar sobre los destinos finales a nivel internacional de los productos de oro, aceite de palma, coca) para un cabal entendimiento a futuro de estos flujos.

En otro sentido, el de los flujos de comercio que llegan a los municipios, la tendencia ha sido abastecerse desde Barrancabermeja, lo cual implica extender los orígenes de los flujos de alimentos frescos hasta los departamentos de Santander y Boyacá, mientras que los alimentos procesados provienen mayormente de Medellín. Esta trayectoria denota una mayor distancia e intermediación, de flujos de importación de bienes y servicios desde los puertos marítimos de Barranquilla, Cartagena de Indias o Santa Marta.

c) Estructura productiva:

La principal actividad agropecuaria durante el periodo 2015 -2018, y encadenamiento productivo evidente, lo conforman las plantas extractoras de aceite y las áreas cultivadas de palma, que inciden en uso de suelos y agua, migración, educación, empleo y los itinerarios de los pobladores (Amézquita, Agámez, González, Valdés, & Vergara, 2015). Este encadenamiento se relaciona con iniciativas de inversión de fondos privados para poder manejar por vía fluvial una logística de granel del producto extraído en las plantas de procesamiento.

En el caso de estudio, la premisa de agregar valor al producto cerca del cultivo es lo que permite tener una mejor relación entre el valor económico del producto y el costo del flete pagado, por lo cual las plataformas logísticas y de procesamiento se plantean dentro de la misma subregión (ZoDES del Magdalena Medio) y en los puntos de transferencia obligada de carga sobre el río Magdalena.

En el caso de las zonas de explotación minera de oro, especialmente en el Distrito minero de Santa Rosa del Sur, localizadas en la serranía de San Lucas, apenas en 2017 se estaba procesando datos del censo minero georreferenciado, dificultando el monitoreo de las capacidades, tecnologías y valor agregado al oro. Se encuentran disponibles datos de seguimiento 2015 a titulación de derechos mineros y extracción por Distrito Minero a partir de datos de la UPME¹⁴, pero no da cuenta sobre volúmenes de operaciones de transporte y transformación del mineral.

d) Relaciones con las ciudades:

Las relaciones funcionales y de servicios son de varios tipos (sociales, culturales y políticas) y, en particular, las ciudades de Medellín, Bucaramanga y Barrancabermeja guardan relaciones funcionales más relevantes, aunque ninguna próxima, salvo Barrancabermeja, a 35 km al Sur de este territorio, mientras que son mínimas aquellas relaciones evidenciadas con la distante capital del Departamento de Bolívar, Cartagena de Indias, no sólo en términos de intercambio de productos, también en términos de relaciones de parentesco, coaliciones por afiliación política, y determinantes del gasto público.

Este aislamiento frente a las ciudades debería ser amortiguado por los flujos que provoque el proyecto de navegabilidad del Río Magdalena, siempre que ofrezca soluciones de transporte a pasajeros con tiempos y tarifas diferenciales menores a la del sistema de buses. El itinerario fluvial actual desde Barranquilla hasta Gamarra (departamento de César) y de allí a Cerro de Burgos en Simití está entre 8 y 9 horas.

e) Las políticas públicas:

¹⁴ Unidad de Planificación Minero Energética. www.upme.gov.co

Si nos enfocamos en el periodo de 2015 a 2018 el contexto de la gestión e inversión pública en estos municipios ribereños, en términos de coherencia para desarrollo de infraestructura fluvial y terrestre, resulta ineficiente. Sólo son dos iniciativas las desarrolladas, como es el caso de la fluvial por el Río Magdalena y la troncal del Sur de Bolívar. Estas inversiones terminan siendo redundantes en términos de accesibilidad, con efectos indirectos de largo plazo o impactos, tanto deseados como no deseados, en particular la de comprometer y atrasar recursos futuros para aumentar la densidad vial que asciende desde la ribera del Río hacia la Serranía.

Además, los esquemas de gestión de proyectos de inversión tienden a favorecer concesiones con un carácter monopólico respecto a la gobernanza del río Magdalena y focalizadas en la extracción minera (como el puerto actual de Gamarra, próximo a nuestra zona de estudio y de interés). En consideración a la concepción de las intervenciones públicas, desde el proyecto de Logport se mencionaban unos criterios a considerar para optimización de dicha inversión; cuales son:

- Discriminación del aporte esfuerzo con recursos públicos de los recursos privados, en cuanto a equipamientos: La inversión pública en intervención de vías fluviales y carreteras, debe concurrir en alianzas con la inversión privada en plataformas logísticas intermodales (Carretero-fluvial- férreo), y facilitar a su vez con zonas de producción o instalaciones de procesamiento de iniciativa privada.
- El valor del negocio agrícola sólo puede crecer consistentemente si existen facilidades de procesamiento y acopio cerca de los cultivos, así la relación de valor de bienes transportado aumenta y los fletes por tonelada se reducen. Y para reducir los fletes, los modos de transporte del tren y las barcazas se deben incentivar frente a uso de los tractocamiones y tractomulas.
- Es necesario eliminar pasos de intermediación en la cadena de exportación hacia los puertos marítimos, reduciendo distancia y tiempo entre el cultivo y el puerto (Amézquita, Agámez, González, Valdés, & Vergara, 2015).

REFLEXIONES FINALES

Durante 2018, desde la Gobernación de Bolívar, con la asistencia técnica del DNP a través del consorcio INYPSA-ARGEA-ACCEPLAN-GRUPO UR (Resolución 706 del 29 de Agosto de 2017), se está formulando el *Plan de Ordenamiento Departamental (POD)*, que diseña la estrategia de corredores funcionales e involucra al municipio de San Pablo como centro subregional que integra también a los municipios de Cantagallo y Simití a través del corredor multimodal entre Cantagallo - Morales y, con la colindante

subregión o ZODES de la Mojana Bolivarense, y al municipio de Santa Rosa del Sur como centro local principal que abastece los centros poblados mineros.

Esta estrategia está basada en un análisis de carácter funcional y a escala intermunicipal. Sin embargo, los efectos de priorizar tramos de inversión en vías y de impulsar plataformas en determinados nodos de esta red de carreteras y vías fluviales, requieren ser precisados y anticipados desde la modelación de cadenas de abastecimiento y de flujos de transporte a pasajeros, como se concretó en la propuesta de *Logport Sur de Bolívar*. Con estos instrumentos de análisis se podría simular capacidades variables de almacenamiento y de transferencia de carga y pasajeros, y anticipar sus efectos. Aún con estas simulaciones, cuando se requiere analizar la accesibilidad espacial, es conveniente un complemento desde el análisis topológico o de la sintaxis espacial.

Por tanto, antes de afrontar estudios de localización, batimetrías y diseño de muelles públicos de carga para transporte multimodal sobre el río Magdalena, o proyectos de modernización de las terminales de transbordo de pasajeros en lugares ribereños específicos, el análisis para optimización de la infraestructura logística intermodal requiere una heurística que se nutra de la configuración topológica de la red vial. Esto evitaría mayores asimetrías de inversión pública, dispersión de recursos, y prácticas inefectivas de acumulación de instrumentos de competitividad, comercio exterior, desarrollo industrial y desarrollo rural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amézquita, J., Agaméz, A., Gonzalez, H., Valdes, J., & Vergara, J. (2015). *Informe Final Logport-Componente Sur de Bolívar*. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Berdegúe, J. A., & Modrego, F. (2012). *De Yucatán a Chiloé: Dinámicas territoriales en América Latina*. Buenos Aires: Teseo, RIMISP.
- Estrada, M. T., López, J. F., & Muñoz, J. (12 de 07 de 2016). *Universidad de Antioquia - Instituto de Estudios Regionales*. . Obtenido de <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/7a67a97c-190f-4760-ab68-e493f2fbddb4/c>
- Gobernación de Bolívar. (2013). *Plan Estratégico y Prospectivo de Bolívar: Diagnósticos estratégicos territoriales*. Cartagena de Indias.
- INVIAS. (2015). *Plan Vial del Caribe*. Bogotá.
- Jurado Almonte, J. M. (2011). "Ordenación del Territorio y Urbanismo: Conflictos y oportunidades", en Jurado Almonte (Coord.): *Ordenación del Territorio y Urbanismo: Conflictos y oportunidades*. Universidad Internacional de Andalucía. págs. 51-79
- Navelena - CORMAGDALENA. (2014). *Apéndice 3. Especificaciones de Estudios y Diseño de Detalle. "Recuperación de la navegabilidad en el río Magdalena"*. Barrancabermeja.
- Pérez, E. F. (2008). *La Nueva ruralidad en América Latina*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

- Vargas, L., & Camacho, S. (12 de 07 de 2016). *Diagnóstico socioeconómico del los municipios productivos del Magdalena Medio (1998)*. Obtenido de Aliandes: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/madalenamedio.htm>
- Veiga, J. E. (2002). "El faz territorial del desarrollo", en *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 3(5), 5-19.
- Viloria, J. (2009). *Economía y conflicto en el Cono Sur del Departamento de Bolívar, Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*. Cartagena de Indias: Banco de la República.
- Wanderley, M. N. (2003). "Agricultura familiar e campesinato: Rupturas e continuidade". *Estudos Sociedade e Agricultura*, 42-61.

Anexo H. Aportación (2018) en “La ruta turística Macondo, una oportunidad para los municipios de Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera”

AMEZQUITA, J., VALDÉS, J. y JURADO, J.M. (2018): “La ruta turística Macondo, una oportunidad para los municipios de Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera”, en MÁRQUEZ, J.A. (Dir.): *Sistemas productivos locales con anclaje territorial*. Colección Collectánea, nº 217, Universidad de Huelva, pp. 327-336, ISBN 978-84-17288-97-6.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6919720>

<https://www.dropbox.com/s/u540etsw4zon30f/SISTEMAS%20PRODUCTIVOS%20CON%20ANCLAJE%20TERRITORIAL.pdf?dl=0>

https://www.researchgate.net/publication/344892132_LA_RUTA_TURISTICA_MACONDO_UNA_OPORTUNIDAD_PARA_LOS_MUNICIPIOS_DE_ARACATACA_CIENAGA_y_ZONA_BANANERA

https://www.academia.edu/44979318/Amezquita_J_Vald%C3%A9s_J_y_Jurado_J_M_2018_La_ruta_tur%C3%ADstica_Macondo_una_oportunidad_para_los_municipios_de_Aracataca_Ci%C3%A9naga_y_Zona_Bananera

Resumen

Las políticas públicas de desarrollo turístico por parte del Estado colombiano actualmente tienen como objetivo crear, diseñar y financiar corredores y rutas turísticas. De esta manera, en 2016 con la promoción del Gobierno del Departamento de Magdalena se ejecutó el proyecto denominado diseño y formulación de la Ruta Macondo, con asistencia técnica del Observatorio del Caribe colombiano, y participación del Distrito turístico de Santa Marta, y 6 municipios rurales, entre los cuales se encuentran Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga.

El diseño de corredores turísticos es una forma específica de territorializar los espacios rurales con una metodología oficial que pondera ciertos recursos y productos turísticos, en este caso en particular, bajo la marca Garciamarquiana. A su vez, establece una secuencia explícita de intervenciones públicas y privadas en un horizonte de tiempo hasta 2032, con interés de atraer la inversión nacional e internacional, al tiempo que pretende cerrar brechas sociales y potenciar el desarrollo local.

Nuestro análisis tiene como eje estructurante el paisaje del corredor férreo del Magdalena, históricamente vinculado con las explotaciones bananeras, y actualmente, con la extracción minera, por lo cual el corredor férreo resurge como elemento clave y de tensión entre la logística minera, la prospectiva de desarrollo turístico, y las condiciones previas de estos municipios.

Indicios de calidad:

Esta aportación fue seleccionada como capítulo de libro en una edición dirigida por el Prof. Juan Márquez y editado por la UHU Posición 103 de 104 (ICEE:2.000) en Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences (SPI).

Julio Amézquita López
Instituto IPREG,
Grupo CTS Universidad de Cartagena
ipreg1@unicartagena.edu.co,

Jorge Valdés Atencio
Grupo CTS Universidad de Cartagena
Jorge13099@gmail.com

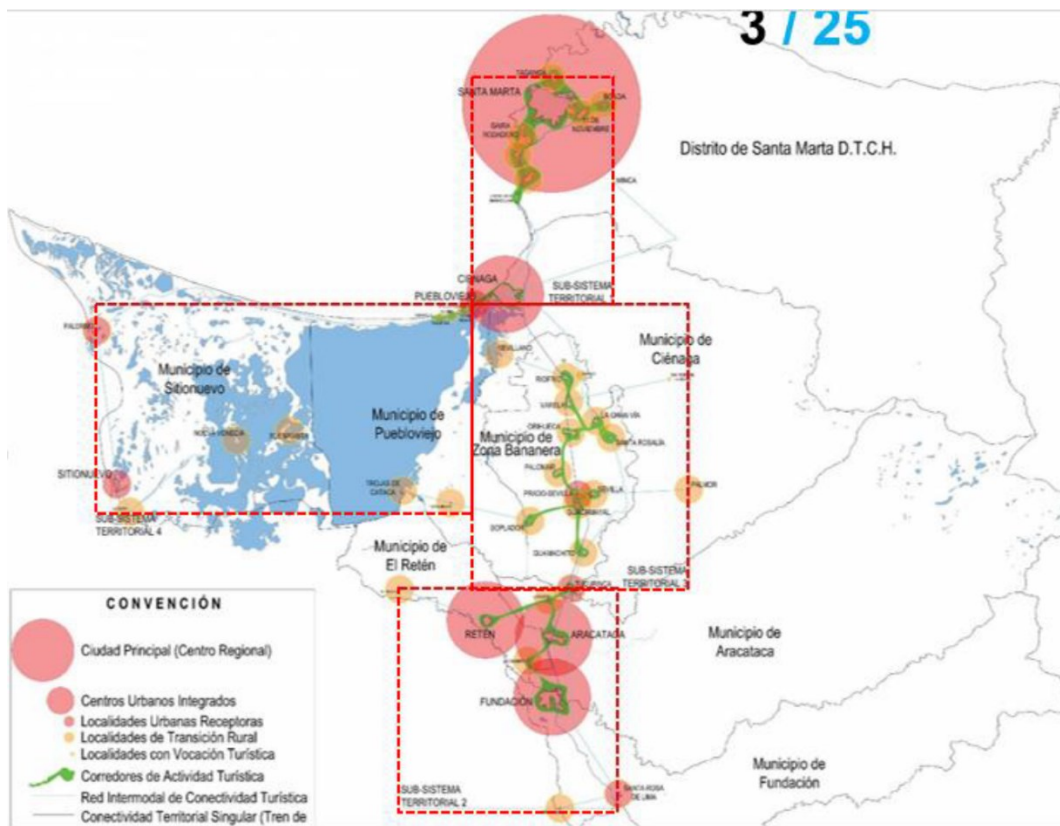
José Manuel Jurado Almonte
Universidad de Huelva.
jurado@uhu.es

1. Introducción

Aracataca es ampliamente conocida a escala global en virtud del universo literario *macondiano*, que referencia también la histórica matanza de trabajadores de las bananeras en los tiempos de hegemonía conservadora y de la presencia de la *United fruit Company*, evento vinculado con los municipios de Ciénaga y de Zona Bananera. Estos municipios se encuentran conectados a Santa Marta y el Parque Tayrona, dos destinos turísticos frecuentemente visitados por extranjeros y nacionales. A pesar de esta proximidad a centros turísticos con alta demanda y de estar presentes en el imaginario literario de Latinoamérica (gracias especialmente a García Márquez), estos tres municipios presentan una trayectoria poblacional decreciente. Esta regresión poblacional y la depresión económica en zonas rurales guardan similitudes y factores comunes con aquellas estudiadas en España (Jurado, J.M. y Pazos, F., 2016).

En 2016 se realizó un análisis funcional sobre la dinámica interurbana y con áreas rurales de estos de municipios que sirvió de soporte a la formulación y promoción de una iniciativa denominada **Ruta Macondo**: *“El Plan Maestro Ruta Macondo fue diseñado por el Observatorio del Caribe e integra ocho municipios del departamento: Sitionuevo, Pueblo Viejo, El Retén, Zona Bananera, Fundación, Ciénaga, Santa Marta y Aracataca. Además, está conformado por diez unidades de negocio que buscan generar crecimiento y desarrollo para estas poblaciones, inspiradas en la obra del cataquero, como la creación del tren amarillo, una eco-aldea Macondo o el mariposario (de Mauricio Babilonia (Revista Semana, 2017). Este análisis se ilustra a continuación:*

Figura 1. Ilustración del análisis funcional de Santa Marta DT y C y los municipios de Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga



Fuente: Diseño de Walberto Badillo Jiménez, Asistencia SIG Juan Jiménez, Consultores Observatorio del Caribe Colombiano (2016).

Esta relación funcional puso de relieve la precariedad en conectividad de los diferentes modos de transporte. En especial, que el eje estructurante que provocó el crecimiento de los municipios fue el tren, mientras este modo fue de doble propósito (carga y pasajeros), pero se abandonó el mantenimiento del modo férreo entre 1930 y 1950, mientras se privilegió la infraestructura por carretera.

En la región Caribe colombiana, la nostalgia del tren y el imaginario macondiano se han encontrado en diversas ocasiones con intencionalidades de intervención pública en los últimos 30 años, que hasta el día de hoy no se han concretado en una solución de transporte de pasajeros para las poblaciones:

- 1) En diciembre de 1997, el Presidente Samper Pizano inauguraba la operación por parte de Ferrovías con uso de carga carbonífera, con un discurso en su paso por Aracataca, donde auguraba una fase subsecuente para el tren de pasajeros.
- 2) En 2007, el 30 de mayo se anunciaba con la participación del nobel García Márquez y de la gobernadora del Departamento de Magdalena, Sandra Rubiano, la puesta en marcha de la operación del “tren amarillo”, en un recorrido de menos de 70 Km, que luego de la visita del Nobel sorprendentemente se diluyó.

3) En 2010, nuevamente se comunicaba una iniciativa de la Gobernación del Departamento de Magdalena, aprobada en 2009, “*por el Fondo de Promoción Turística y será promocionada por Ecodestinos y Aviatur. Para eso, se realizó un guion de la ruta y videos promocionales, lo que implicó una amplia investigación de la vida y obra de Gabo (García Márquez), y adicionalmente se diseñó una página web. El director de la Corporación para la Promoción Turística Tayrona, Pedro Bonilla Barreto, dijo que inicialmente el recorrido se hará vía terrestre, hasta tanto Ferrocarriles del Norte Colombia (FENOCO) otorgue los permisos para que el tren turístico pase por la vía férrea* (Portafolio, 2010).

4) Con la muerte de García Márquez, el 17 de abril de 2014, volvía a la memoria pública las peticiones de las comunidades locales por el tráfico de carga, criticando la ausencia de opciones de movilidad a los pobladores.

5) La iniciativa *Ruta Macondo*, diseñada en 2016, vuelve a considerar la incidencia del corredor férreo actual (Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga) que los conecta con el puerto de exportación de la capital departamental de Santa Marta.

La mejora de la competitividad del turismo pretende impactar el desarrollo o diferenciación de los municipios de Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera del Departamento del Magdalena, en consideración a sus atractivos culturales y de paisaje, ligados a la biografía y obra literaria de García Márquez. Sin embargo, a pesar de la sostenida y agresiva campaña de la *marca país*, hay pocas evidencias sobre la hipótesis de valor de dicha política, considerando resultados y efectos sobre la mejora de capacidades, infraestructura y empleos locales vinculados a flujos de turismo, de dichos municipios en comparación con destinos próximos como el de las ciudades de Santa Marta y Cartagena de Indias.

2. Políticas públicas: ¿corredores para carga *versus* corredores turísticos?

La política sectorial de turismo en Colombia se ha promovido desde el Gobierno nacional desde los 90's, y su diseño de intervención pública de carácter nacional y regional ha estado orientada a *mejorar la competitividad de los diversos productos y destinos turísticos nacionales, mediante la consolidación de un modelo de desarrollo turístico*, con un despliegue de 6 estrategias expuestas en el documento CONPES 3397 de 2005. En éste y otros documentos carácter ministerial y sectorial, como los promovidos desde el Fondo Nacional de Turismo (FONTUR), el lenguaje institucionalizado sectorial privilegia los términos “*producto turístico*” y “*atractivos turísticos*” frente a los de *paisaje, itinerario, o experiencia*, así como referencia pocas veces el de *lugares*.

Las anteriores distinciones semánticas tienen pertinencia cuando se evalúan la convergencia y coordinación efectiva de intervenciones públicas incidentes o concurrentes en el territorio a escala local, pero que provienen de dos ámbitos de responsabilidad institucional diferenciados: la política sectorial de turismo y el Documento No. 3394 del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), que define la Política de Conexión de los distritos carboníferos a red férrea (DNP - Dirección Nacional de Planeación, 2005). Ambas políticas condicionan la movilidad espacial de las personas en estos municipios rurales.

Hay que precisar que mientras la política oficial en materia de concesiones férreas en Colombia está plasmada en el CONPES 3394, los lineamientos para la construcción de la ampliación de la vía férrea están contenidos en el Contrato entre el Estado colombiano y FENOCO S.A.

La vía férrea existente en 2018 *sirve para movilizar la mayor cantidad de carbón que se extrae de las minas del Cesar y la Guajira y sale al exterior desde los puertos ubicados en Ciénaga Magdalena. El corredor férreo Santa Marta-Chiriguana tiene 245 kilómetros, concesionado por la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, a la firma Ferrocarriles del Norte de Colombia S.A. FENOCO* (Revista Semana, 2017). Esta focalización en la carga supone capacidades estimadas para movilizar 91 millones de toneladas por año. La trayectoria y recorrido de la vía férrea se ilustra a continuación:

Figura 2. Corredor Férreo Nacional administrado por FENOCO S.A. e iniciativas de concesión a operadores



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura. 2014

El corredor desde la Dorada hasta Santa Marta, destinado a carga a granel se encuentra operativo y suma 700 kilómetros atravesando cinco departamentos. El presidente de la ANI, *Dimitri Zaninovich, anunció que la compañía FENOCO construye una segunda línea férrea de 191.1km que, a junio de 2017, tiene un 86.2% de avance, la cual optimiza la eficiencia del corredor y aumenta sustancialmente la capacidad de la vía* (Revista Semana, 2017).

Mientras la política de infraestructura férrea ha estado al servicio de la extracción de carbón desde 1997 y con ajuste en 2005, la ruta turística se enfoca en el tránsito de personas, cuyos

“movimientos de desplazamiento (y tránsito) están a menudo relacionados con el flujo de recursos en las ciudades o entre centros poblacionales” (Rashid & Alobaydi, 2015). Esta tensión se evidencia en el ejercicio prospectivo con representantes de pobladores y autoridades locales, durante la formulación del Plan maestro o director donde se reafirmó que, *“el elemento de ruptura clave es el “Tren amarillo” debido a que un consenso importante y diverso número de personas y actores locales por el cual, sin tren amarillo no hay Macondo. Además de este imaginario significativo para los amantes de la vida y obra de Gabo, se pueden esgrimir las mejoras que se tendrían en materia de movilidad, accesibilidad y desarrollo territorial, ofrecidas con la implementación de este sistema de transporte* (Amézquita López, 2018).

3. El Plan maestro de la ruta Macondo y el Tren amarillo

Los planes maestros de turismo son un despliegue coordinado de una combinación o ensamble secuencial de actuaciones o proyectos de intervención pública y planes de negocio público-privados y privados. El reto de un *“buen”* plan es establecer volúmenes de flujos de visitantes que no excedan las capacidades de los servicios ambientales mediante *“una secuencia explícita de intervenciones públicas y privadas en un horizonte de tiempo, secuencia que resulte viable y financiable desde la óptica de atraer la inversión nacional e internacional, y simultáneamente lograr cerrar brechas sociales* (Amézquita López, 2018).

El Plan maestro o director aborda el diseño de rutas turísticas desde una metodología que pondera ciertos atributos (atractivos y activos turísticos), orientando la participación y valoración desde diversos grupos de interés. Para ello considera tres tipos de articulaciones o elementos de cohesión funcional (Badillo, Amézquita, Saumeth, & Valdez, 2016):

- *Corredores de actividad turística, siendo estos los conformados por las franjas de suelo urbano, sub-urbano y rural adyacentes a las vías de conectividad en su estado morfológico actual, que permiten la permeabilidad y acceso regular a los recursos y atractivos turísticos que hacen parte integral de la dinámica territorial.*
- *Red Intermodal de conectividad turística, compuesta por los diferentes sistemas de transporte y sus redes de infraestructura (terrestres y acuáticas), que hacen posible la conectividad entre los nodos urbanos principales y los núcleos poblados segregados.*
- *Conectividad Territorial Singular, referida al trazado del tren de carga que atraviesa tangencialmente el Territorio Macondo, ofreciendo una posibilidad futura de conectar los dos grandes nodos de Centros Urbanos Integrados, pudiendo ser determinante en la consolidación de una Región Urbana Funcional.*

Los componentes por unidades de negocio del Plan maestro se detallan en la siguiente tabla, donde el tren termina siendo un elemento estructural, a la vez que una unidad de negocio (“Ruta a la capital provincial de Macondo”):

Figura 3. Despliegue de unidades de negocio del Plan Maestro Ruta Macondo.

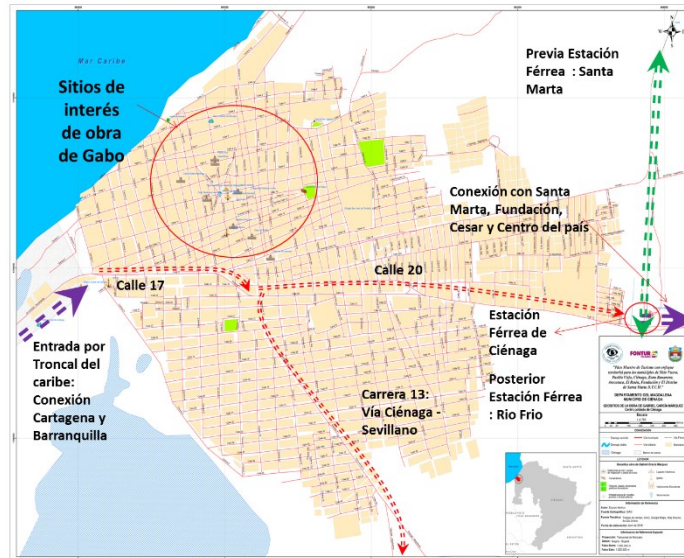
		CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Planes de Negocios	Componentes	2016-2020	2021-2024	2025-2032
Viviendo Aracataca	Centro de Estudios Gabriel García Márquez			
Auténtico Pueblo Macondo	Reconstrucción Macondo en Zona Bananera, Paseo sobre río.			
	Museo del Banano.			
	Centro de visitantes.			
	Ruta Zona Bananera (restauración complejo United Fruit Company)			
	Red de Hostales mágicos de la Ciénaga Grande			
Ruta A la Capital Provincial de Macondo	Tren Turístico		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Ciénaga		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Aracataca		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Santa Marta		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Guacamayal		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Fundación.		Fase de Buses	Fase férrea
Agrópolis de Macondo en Sevillano	Ruta del Galeón Perdido.			
	Eco-aldeas como unidad residencial (Complementa iniciativa AGROPOLIS del Diamante Caribe y Santanderes)			
Recorrido Por Los Palafitos Y Humedales De Ciénaga Grande	Tours por la Ciénaga Grande			
	Muelle de la Mora			
	Muelle Sevillano (Se requiere incorporar a POT de municipio de Ciénaga a mediano plazo)		Opcional	
	Muelle Trojas de Catata (Inversión Pública y acceso abierto)			
El Vuelo en los Tiempos del Cólera:	Recorrido en ultralivianos o avionetas.			
La Red de Paradores Turísticos de Macondo:	Rio Frio (Parque lineal y puente de Sawady) - con conexión ciclorruta con balneario de Rio Frio			
	Puente Rio Aracataca (Ubicación sugerida en san jose de kennedy sobre el rio sevilla)			
	Pueblo Viejo			
Mirador Turístico Palmor:	Recorridos Zona Cafeteras, Sierra, Poblado Indígena.			
	Centro de visitantes panorámico en Palmor.			
	Estación vía cable con Guacamayal			
Mariposario de Mauricio Babilonia:	Centro o museo en Entomología en el Reten. (Ubicación sugerida próxima a balneario cabafitas)			

Fuente: Informe final de Observatorio del Caribe - Fontur

La estructura del “plan de negocio” relativo al corredor férreo comprende la operación del tren y las nuevas estaciones intermodales (carretera - férreo - aéreo), ya que las viejas estaciones serían habilitadas como museos para visitas. Como ejemplo de la funcionalidad de las estaciones, el emplazamiento de la estación de Ciénaga se detalla a continuación:

Figura 4. Terminal de transporte multimodal (férreo y terrestre) a las afueras de Ciénaga con conexiones de ciclorruta y carreteras.

- a) Esquema de accesibilidad a sitios de interés en el municipio de Ciénaga



Fuente: Elaborado por Jiménez y modificado por Valdés y Amézquita para Ocaribe.

b) Vista de circuitos de conectividad vial del terminal de Ciénaga

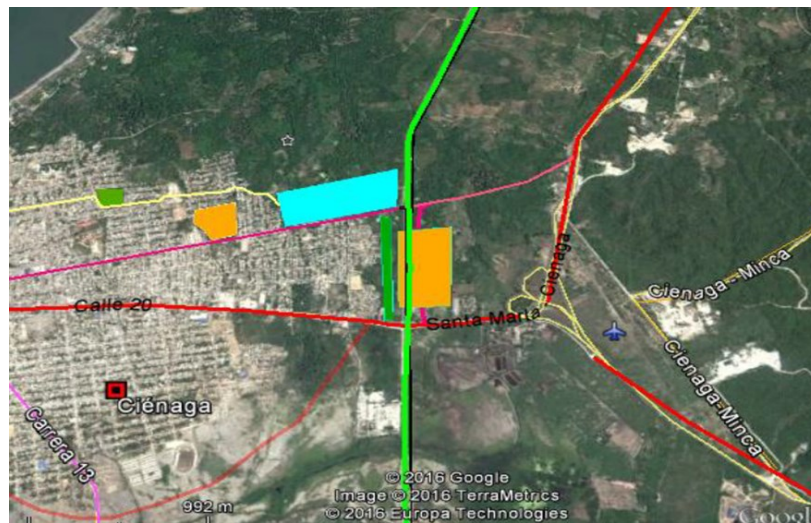


Figura 5. Ficha resumida del plan de negocio del tren turístico

SOCIOS CLAVE: 1. FENOCO 2. Concesionario o actual línea Gobernación de Magdalena 2. Alcaldías municipales. 3. FENOCO 4. Mincultura - Fontur 5. Operadores	ACTIVIDADES CLAVE: Operaciones logísticas y taquillas. Locales de comercio y servicios. Salas de espera/cafetería.	PROPUESTA VALOR: Experiencia única de viajar en un tren turístico recreando la prosperidad bananera del Macondo y visitar las estaciones de Fundación, Aracataca, Zona Bananera, Ciénaga y Santa Marta.	RELACIÓN CLIENTES: Relación directa con prestadores de servicio.	CLIENTES: Comunidad de la región. Turistas en general.
	RECURSOS CLAVE: Estación multimodal Ciénaga Estación multimodal Aracataca Estación multimodal Santa Marta Estación multimodal Guacamayal Estación multimodal Fundación. Tren.		CANAL: Promoción Ruta Macondo Web Ruta Macondo Revistas turismo	
ESTRUCTURA DE COSTOS: • Inversión en infraestructura y Trenes • Costos fijos de arriendo, personal y servicios • Costos del <i>merchandising</i> y material publicitario • Dotación y mobiliario de las estaciones		FUENTES DE INGRESO: - Recaudo por beneficio de riego de valorización terrenos - Recursos FGR / Privados - Tiquetes tren - Recaudo por salida de buses, sstación de taxis, alquiler bicicleta, prueba de a alcoholemia y publicidad - Ingresos inmobiliarios (venta y alquiler espacios oficinas y comerciales), - Recaudo por venta de artesanías, libros y <i>merchandising</i> alusiva a García Márquez		

Es relevante observar las asimetrías de recursos entre los actores claves, que deberían considerarse, en especial porque FENOCO tiene una posición dominante, administra la infraestructura y coordina a los operadores.

Superado el diseño conceptual de los circuitos y equipamientos para transferencia de pasajeros, y los cálculos de sincronización de tiempos de despacho y velocidades de los trenes, el asunto crítico para resolver la factibilidad del *tren amarillo* sobre el corredor férreo, consiste en el esquema

de gobernanza sobre el corredor férreo, que se encuentra constreñido por el esquema de concesión de la operación concebido para extraer y transportar la carga de mineral hacia el puerto marítimo.

4. Reflexiones finales

La conciliación de intereses entre el servicio de carga de carbón o cualquier granel y el tránsito de personas que permita activar un tren de pasajeros a mediano plazo (2021-2024) pasa por una ruptura explícita en el enfoque de política pública favorable a la extracción minera, que no ha sido posible hasta ahora en 30 años.

Los roles y formas de territorialización en conflicto se evidencian históricamente en la escasa capacidad de negociación de las municipalidades y de la Gobernación frente a una autoridad y administración nacional y los contratos de concesión establecidos.

El Plan maestro de la ruta o corredor turístico de Macondo involucra ajustes al ordenamiento territorial municipal considerando el desarrollo del sector turístico y su efecto sobre transporte y de servicios públicos). Al incorporar circuitos peatonales y de ciclo-rutas en las estaciones (nodos de transferencia carretera – ferrocarril) busca evitar la segregación de los flujos de movilidad de los pobladores locales.

El arreglo institucional específico para un consorcio que opere un tren turístico, que gestionaría y coordinaría los recursos principales del orden nacional, regional y local, así como aportes de los empresarios del turismo, cajas de compensación y empresas de seguros, tiene que superar la subordinación de las administraciones locales al trasladarles responsabilidades de orden fiscal al tiempo que una redistribución de los beneficios.

5. Referencias Bibliográficas

- Amézquita López, J. A. (2018). *Análisis del plan sectorial de turismo como mecanismo de territorialización en el corredor férreo en los municipios de Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga*.
- Badillo, W., Amézquita, J., Saumeth, L., & Valdez, J. (2016). *Caracterización Urbana-Territorial, Accesibilidad, Infraestructuras de Transporte, Propuesta de Trazado y Unidades de Negocio de la Ruta Macondo*. Cartagena: Observatorio del Caribe.
- Dirección Nacional de Planeación (2005). *CONPES 3397 Política sectorial de Turismo*. Bogotá: DNP.
- DNP - Dirección Nacional de Planeación (2005). *CONPES 3394, conexión de los distritos carboníferos a la red férrea*. Bogotá: Dirección Nacional de Planeación.
- Jurado, J.M. y Pazos, F. (2016). "Población y turismo rural en territorios de baja densidad demográfica en España". *Boletín de la Asociación de geógrafos españoles* (71), 247-272, Madrid.

- Muñoz, E. A. (2017). "Territorio de postal: la dualidad del Turismo en Santa Fe de Antioquia (Colombia)". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 26 (2), 153-174.
- Portafolio. (18 de Marzo de 2010). *Un recorrido en tren hacia el centro de Macondo*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/recorrido-tren-centro-macondo-236548>
- Rashid, M., & Alobaydi, D. (2015). "Territory, politics of power, and physical spatial networks: The case of Baghdad, Irak". *Habita International*, 50, 180-194.
- Revista Semana. (26 de Junio de 2017). *Una ruta para recorrer Macondo*. Obtenido de <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/especiales-regionales/articulo/una-ruta-para-recorrer-macondo/529501>

ANEXO F. Artículo en MDPI (2021). "Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case"

AMEZQUITA LÓPEZ, J., VALDÉS-ATENCIO, J.; ANGULO-GARCÍA, D. (2021). Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling, and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case. *Infrastructures*, 6, 85. ISSN: 2412-3811. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6060085>; <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/6/85>

Descripción:

El estudio de los patrones de movilidad urbana es de suma importancia para la proyección del crecimiento de la ciudad y la planificación del desarrollo. En este trabajo analizamos los aspectos topológicos de la red de calles de la ciudad costera de Cartagena de Indias empleando herramientas de teoría de grafos y sintaxis espacial. Encontramos que la red resultante se puede entender sobre la base de 400 años de historia de la ciudad y su ubicación periférica que influyó fuertemente y dio forma al crecimiento de la ciudad, y que las propiedades estadísticas de la red se asemejan a las de las ciudades autoorganizadas. Además, estudiamos la movilidad a través de la red utilizando un modelo simple basado en agentes que nos permite estudiar el nivel de congestión de las calles en función del conocimiento que tienen los agentes del tráfico mientras viajan por la red. Descubrimos que un esquema de viaje puramente de ruta más corta no es una estrategia óptima y que asignar pesos pequeños a los esquemas de evitación de tráfico aumenta el rendimiento general de los agentes en términos de éxito de llegada, ocupación de las calles y acumulación de tráfico. Finalmente, argumentamos que la congestión localizada puede atribuirse solo parcialmente a las propiedades topológicas de la red y que es importante considerar la capacidad de toma de decisiones de los agentes mientras se mueven a través de la red para explicar la aparición de congestión de tráfico en el sistema.

Indicios de calidad:

Infrastructures es una revista científica internacional de acceso abierto [revisada por pares sobre infraestructuras que MDPI publica mensualmente en línea](#). La revista colabora con [la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera /Plataforma Tecnológica Española de la Carretera \(PTC\)](#). *Infrastructures* está afiliada a [la Sociedad Internacional para el Mantenimiento y Rehabilitación de Infraestructuras de Transporte \(iSMARTi\)](#).

Alta visibilidad: indexado en [Scopus](#), [ESCI \(Web of Science\)](#), [Inspec](#) y [otras bases de datos](#).

Clasificación de la Revista: [CiteScore](#) - Q2 (*Ingeniería geotécnica e ingeniería geológica*)

Numero de citas: 6

APENDICE G. Aportación (2018) LA RUTA TURÍSTICA MACONDO, UNA OPORTUNIDAD PARA LOS MUNICIPIOS DE ARACATACA, CIÉNAGA Y ZONA BANANERA

LA RUTA TURÍSTICA MACONDO, UNA OPORTUNIDAD PARA LOS MUNICIPIOS DE ARACATACA, CIÉNAGA Y ZONA BANANERA

Julio Amézquita López

*Instituto IPREG,
Grupo CTS Universidad de Cartagena
ipreg1@unicartagena.edu.co,
julioadolfo.amezquita809@alu.uhu.es*

Jorge Valdes Atencio

*Grupo CTS Universidad de Cartagena
Jorge13099@gmail.com*

José Manuel Jurado Almonte

*Universidad de Huelva.
jurado@uhu.es*

RESUMEN

Las políticas públicas de desarrollo turístico por parte del Estado colombiano actualmente tienen como objetivo crear, diseñar y financiar corredores y rutas turísticas. De esta manera, en 2016 con la promoción del Gobierno del Departamento de Magdalena se ejecutó el proyecto denominado diseño y formulación de la Ruta Macondo, con asistencia técnica del Observatorio del Caribe colombiano, y participación del Distrito turístico de Santa Marta, y 6 municipios rurales, entre los cuales se encuentran Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga.

El diseño de corredores turísticos es una forma específica de territorializar los espacios rurales con una metodología oficial que pondera ciertos recursos y productos turísticos, en este caso en particular, bajo la marca Garciamarquiana. A su vez, establece una secuencia explícita de intervenciones públicas y privadas en un horizonte de tiempo hasta 2032, con interés de atraer la inversión nacional e internacional, al tiempo que pretende cerrar brechas sociales y potenciar el desarrollo local.

Nuestro análisis tiene como eje estructurante el paisaje del corredor férreo del Magdalena, históricamente vinculado con las explotaciones bananeras, y actualmente, con la extracción minera, por lo cual el corredor férreo resurge como elemento clave y de tensión entre la logística minera, la prospectiva de desarrollo turístico, y las condiciones previas de estos municipios.

Palabras clave: Corredor ferroviario, Turismo, Desarrollo local, Macondo.

ABSTRACT

The public policies of tourism development by the Colombian State are currently aimed at creating, designing and financing corridors and tourist routes. In this way, in 2016 with the promotion of the Government of the Department of Magdalena the project called design and formulation of the Macondo Route was executed, with technical assistance from the Colombian Caribbean Observatory, and participation of the Santa Marta Tourist District, and 6 rural municipalities, among which are Aracataca, Zona Bananera and Ciénaga.

The design of tourist corridors is a specific way to territorialize rural spaces with an official methodology that ponders certain resources and tourism products, in this particular case, under the Garciamarquiana brand. At the same time, it establishes an explicit sequence of public and private interventions in a time horizon until 2032, with the interest of attracting national and international investment, while aiming to close social gaps and boost local development.

Our analysis has as a structuring axis the landscape of the Magdalena railway corridor, historically linked to the banana plantations, and currently, with the mining extraction, for which the iron corridor re-emerges as a key element and of tension between the mining logistics, the prospective of tourist development, and the preconditions of these municipalities.

Keywords: Railway corridor, Tourism, Local development, Macondo.

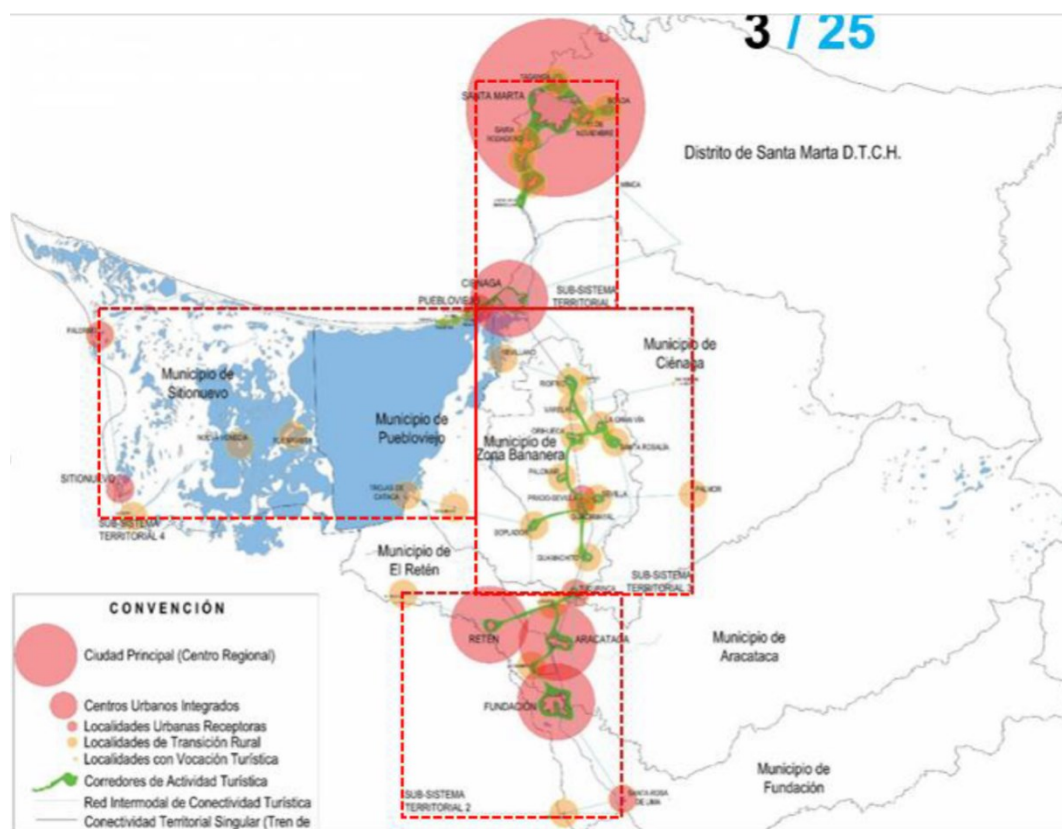
Introducción

Aracataca es ampliamente conocida a nivel global en virtud del universo literario *macondiano*, que referencia también la histórica matanza de trabajadores de las bananeras en los tiempos de hegemonía conservadora y de la presencia de la *United Fruit Company*, evento vinculado con los municipios de Ciénaga y de Zona Bananera. Estos municipios se encuentran conectados a Santa Marta y el Parque Tayrona, dos destinos turísticos frecuentemente visitados por extranjeros y nacionales. A pesar de esta proximidad a centros turísticos con alta demanda y de estar presentes en el imaginario literario de Latinoamérica, estos tres municipios presentan una trayectoria poblacional decreciente. Esta regresión poblacional y la depresión económica en zonas rurales (Jurado Almonte, 2016) guardan similitudes y factores comunes con aquellas estudiadas en España.

En 2016 se realizó un análisis funcional sobre la dinámica inter-urbana y con áreas rurales de estos municipios, que sirvió de soporte a la formulación y promoción de una iniciativa

denominada Ruta Macondo: *“El Plan Maestro Ruta Macondo fue diseñado por el Observatorio del Caribe e integra ocho municipios del departamento: Sitionuevo, Pueblo Viejo, El Retén, Zona Bananera, Fundación, Ciénaga, Santa Marta y Aracataca. Además, está conformado por diez unidades de negocio, que buscan generar crecimiento y desarrollo para estas poblaciones, inspiradas en la obra del cataquero, como la creación del tren amarillo, una eco-aldea Macondo o el mariposario (de Mauricio Babilonia. (Revista Semana, 2017). Este análisis se ilustra a continuación:*

Figura 1. Ilustración del análisis funcional de Santa Marta DT y C y los municipios de Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga



Fuente: Diseño de Walberto Badillo Jiménez, Asistencia SIG Juan Jiménez, Consultores Observatorio del Caribe Colombiano.

Esta relación funcional puso de relieve la precariedad en conectividad de los diferentes modos de transporte. En especial, que el eje estructurante que provocó el crecimiento de los municipios fue el tren, mientras este modo fue de doble propósito (carga y pasajeros), pero, se abandonó el mantenimiento del modo férreo entre 1930 y 1950, mientras se privilegió el carretero.

En la región caribe colombiana, la nostalgia del tren y el imaginario macondiano, se han encontrado en diversas ocasiones con intencionalidades de intervención pública en los últimos 30 años, que hasta el día de hoy no se han concretado en una solución de transporte de pasajeros para las poblaciones:

- 1) En Diciembre de 1997, el Presidente Samper Pizano, inauguraba la operación por parte de Ferrovías con uso de carga carbonífera, con un discurso en su paso por Aracataca, donde auguraba una fase subsecuente para el tren de pasajeros.
- 2) En 2007, 30 de Mayo, se anunciaba con la participación del Nobel García Márquez y de la Gobernadora del Departamento de Magdalena Sandra Rubiano, la puesta en marcha de la operación del “tren amarillo”, en un recorrido de menos de 70 Km, que luego de la visita del Nobel se diluyó.
- 3) En 2010, nuevamente se comunicaba una iniciativa de la Gobernación del Magdalena aprobada en 2009 *“por el Fondo de Promoción Turística y será promocionada por Ecodestinos y Aviatur. Para eso se realizó un guión de la ruta y videos promocionales, lo que implicó una amplia investigación de la vida y obra de Gabo, y adicionalmente se diseñó una página web. El director de la Corporación para la Promoción Turística Tayrona, Pedro Bonilla Barreto, dijo que inicialmente el recorrido se hará vía terrestre, hasta tanto Ferrocarriles del Norte Colombia (Fenoco) otorgue los permisos para que el tren turístico pase por la vía férrea.*(Portafolio, 2010).
- 4) Con la muerte de García Márquez el 17 de abril de 2014, volvían a la memoria pública los reclamos de las comunidades por el tráfico de carga y la ausencia de opciones de movilidad a los pobladores.
- 5) La iniciativa Ruta Macondo, diseñada en 2016, vuelve a considerar la incidencia del corredor férreo actual (Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga) que los conecta con el puerto de exportación en Santa Marta.

La mejora de la competitividad del turismo pretende impactar el desarrollo o diferenciación de los municipios de Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera del Departamento del Magdalena, en consideración a sus atractivos culturales y de paisaje, ligados a la biografía y obra literaria de García Márquez. Sin embargo, a pesar de la sostenida y agresiva campaña de la *marca país*, hay pocas evidencias sobre la hipótesis de valor de dicha política, considerando resultados y efectos sobre la mejora de capacidades, infraestructura y empleos locales vinculados a flujos de turismo, de dichos municipios en comparación con destinos próximos como las ciudades de Santa Marta y Cartagena.

Políticas públicas: ¿Corredores para carga versus corredores turísticos?

La Política Sectorial de Turismo en Colombia se ha promovido desde el gobierno nacional desde los 90's, y su diseño de intervención pública de carácter nacional y regional ha estado orientada a *mejorar la competitividad de los diversos productos y destinos turísticos nacionales, mediante la consolidación de un modelo de desarrollo turístico*, con un despliegue de seis estrategias expuestas en el documento CONPES 3397 de 2005. En este y otros documentos de carácter ministerial y sectorial, como los promovidos desde el Fondo Nacional de Turismo - FONTUR el lenguaje institucionalizado sectorial privilegia los términos *“producto turístico”* y *“atractivos turísticos”* frente a los de *paisaje, itinerario, o experiencia*, así como referencia pocas veces el de *lugares*.

Las anteriores distinciones semánticas tienen pertinencia cuando se evalúan la convergencia y coordinación efectiva de intervenciones públicas incidentes o concurrentes en el territorio a escala local, pero que provienen de dos ámbitos de responsabilidad institucional diferenciados: La política sectorial de turismo, y el Documento No. 3394 del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) que define la Política de Conexión de los distritos carboníferos a red férrea (DNP - Dirección Nacional de Planeación, 2005). Ambas políticas condicionan la movilidad espacial de las personas en estos municipios rurales.

Hay que precisar que mientras la política oficial en materia de concesiones férreas en Colombia está plasmada en el CONPES 3394, los lineamientos para la construcción de la ampliación de la vía férrea están contenidos en el Contrato entre el Estado Colombiano y FENOCO S.A.

La vía férrea existente en 2018 *sirve para movilizar la mayor cantidad de carbón que se extrae de las minas del Cesar y la Guajira y sale al exterior desde los puertos ubicados en Ciénaga Magdalena. El corredor férreo Santa Marta-Chiriguana que tiene 245 kilómetros, concesionado por la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, a la firma Ferrocarriles del Norte de Colombia S.A. Fenoco* (Revista Semana, 2017), esta focalización en la carga, supone capacidades estimadas para movilizar 91 millones de toneladas por año. La trayectoria y recorrido de la vía férrea se ilustra a continuación:

Figura 2. Corredor Férreo Nacional administrado por FENOCO S.A. e iniciativas de concesión a operadores



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura. 2014

El corredor desde la Dorada hasta Santa Marta, destinado a carga a granel se encuentra operativo y suma 700 kilómetros atravesando cinco departamentos. El presidente de la ANI *Dimitri Zaninovich* anunció que la compañía Fenoco, construye una segunda línea férrea de 191.1km que a junio de 2017 tiene un 86.2% de avance, la cual optimiza la eficiencia del corredor y aumenta sustancialmente la capacidad de la vía. (Revista Semana, 2017).

Mientras la política de infraestructura férrea, ha estado al servicio de la extracción de carbón desde 1997 y con ajuste en 2005, la ruta turística se enfoca en el tránsito de personas, cuyos *“movimientos de desplazamiento (y tránsito) están a menudo relacionados con el flujo de recursos en las ciudades o entre centros poblacionales”*(Rashid & Alobaydi, 2015). Esta tensión se evidencia en el ejercicio prospectivo con representantes de pobladores y autoridades locales, durante la formulación del plan maestro donde se reafirmó que, *“el elemento de ruptura clave es el “Tren amarillo” debido a que un consenso importante y diverso número de personas y actores locales por el cual, sin tren amarillo no hay Macondo. Además de este imaginario significativo para los amantes de la vida y obra de Gabo, se pueden esgrimir las mejoras que se tendrían en materia de movilidad, accesibilidad y desarrollo territorial, ofrecidas con la implementación de este sistema de transporte* (Amézquita López, 2018)

El plan maestro de la ruta Macondo y el tren amarillo

Los planes maestros de turismo son un despliegue coordinado de una combinación o ensamble secuencial de actuaciones o proyectos de intervención pública y planes de negocio público-privados y privados. El reto de un *“buen”* plan es establecer volúmenes de flujos de visitantes que no excedan las capacidades de los servicios ambientales mediante *“una secuencia explícita de intervenciones públicas y privadas en un horizonte de tiempo, secuencia que resulte viable y financiable desde la óptica de atraer la inversión nacional e internacional, y simultáneamente lograr cerrar brechas sociales.*(Amézquita López, 2018)

El plan maestro aborda el diseño de rutas turísticas desde una metodología que pondera ciertos atributos (atractivos y activos turísticos), orientando la participación y valoración desde diversos grupos de interés. Para ello considera tres tipos de articulaciones o elementos de cohesión funcional (Badillo, Amézquita, Saumeth, & Valdez, 2016):

- *Corredores de actividad turística, siendo estos los conformados por las franjas de suelo urbano, sub-urbano y rural adyacentes a las vías de conectividad en su estado morfológico actual, que permiten la permeabilidad y acceso regular a los recursos y atractivos turísticos que hacen parte integral de la dinámica territorial.*
- *Red Intermodal de conectividad turística, compuesta por los diferentes sistemas de transporte y sus redes de infraestructura (terrestres y acuáticas), que hacen posible la conectividad entre los nodos urbanos principales y los núcleos poblados segregados.*
- *Conectividad Territorial Singular, referida al trazado del tren de carga que atraviesa tangencialmente el Territorio Macondo, ofreciendo una posibilidad futura de conectar los dos grandes nodos de Centros Urbanos Integrados, pudiendo ser determinante en la consolidación de una Región Urbana Funcional.*

Los componentes por unidades de negocio del plan maestro se detallan en la siguiente tabla, donde el tren termina siendo un elemento estructural a la vez que una unidad de negocio (“Ruta a la capital provincial de Macondo”):

Figura 3. Despliegue de unidades de negocio del Plan Maestro Ruta Macondo.

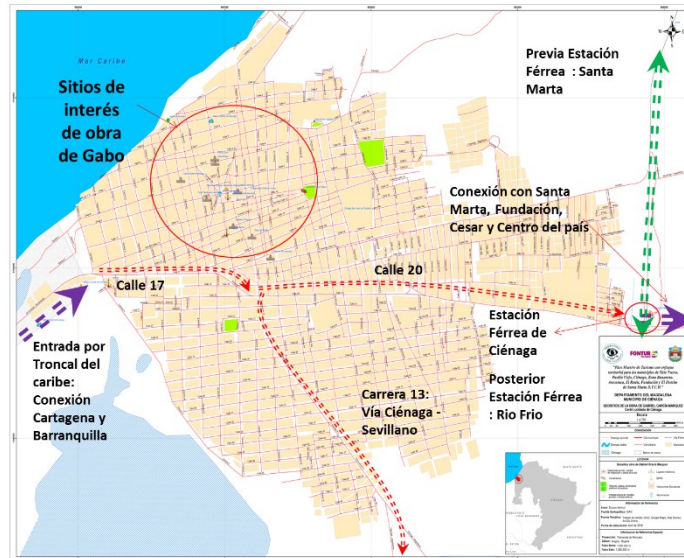
		CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Planes de Negocios	Componentes	2016-2020	2021-2024	2025-2032
Viviendo Aracataca	Centro de Estudios Gabriel García Márquez			
Auténtico Pueblo Macondo	Reconstrucción Macondo en Zona Bananera, Paseo sobre río.			
	Museo del Banano.			
	Centro de visitantes.			
	Ruta Zona Bananera (restauración complejo United Fruit Company)			
	Red de Hostales mágicos de la Ciénaga Grande			
Ruta A la Capital Provincial de Macondo	Tren Turístico		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Ciénaga		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Aracataca		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Santa Marta		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Guacamayal		Fase de Buses	Fase férrea
	Estación multimodal Fundación.		Fase de Buses	Fase férrea
Agrópolis de Macondo en Sevillano	Ruta del Galeón Perdido.			
	Eco-aldeas como unidad residencial (Complementa iniciativa AGROPOLIS del Diamante Caribe y Santanderes)			
Recorrido Por Los Palafitos Y Humedales De Ciénaga Grande	Tours por la Ciénaga Grande			
	Muelle de la Mora			
	Muelle Sevillano (Se requiere incorporar a POT de municipio de Ciénaga a mediano plazo)		Opcional	
	Muelle Trojas de Catata (Inversión Pública y acceso abierto)			
El Vuelo en los Tiempos del Cólera:	Recorrido en ultralivianos o avionetas.			
La Red de Paradores Turísticos de Macondo:	Rio Frio (Parque lineal y puente de Sawady) - con conexión ciclomruta con balneario de Rio Frio			
	Puente Rio Aracataca (Ubicación sugerida en san jose de Kennedy sobre el rio sevilla)			
	Pueblo Viejo			
Mirador Turístico Palmor:	Recorridos Zona Cafeteras, Sierra, Poblado Indígena.			
	Centro de visitantes panorámico en Palmor.			
	Estación vía cable con Guacamayal			
Mariposario de Mauricio Babilonia:	Centro o museo en Entomología en el Reten. (Ubicación sugerida próxima a balneario cabafitas)			

Fuente: Informe final de Observatorio del Caribe - Fontur

La estructura del “plan de negocio” relativo al corredor férreo comprende la operación del tren y las nuevas estaciones intermodales (Carretero - férreo - aéreo), ya que las viejas estaciones serían habilitadas como museos para visita. Como ejemplo de la funcionalidad de las estaciones, el emplazamiento de la estación de Ciénaga se detalla a continuación:

Figura 4. Terminal de transporte multimodal (férreo y terrestre) a las afueras de Ciénaga con conexiones de ciclo-ruta y carreteras.

a) Esquema de accesibilidad a sitios de interés en Ciénaga



Fuente: Elaborado por Jiménez y modificado por Valdés y Amézquita para Ocaribe.

b) Vista de circuitos de conectividad vial del terminal de Ciénaga

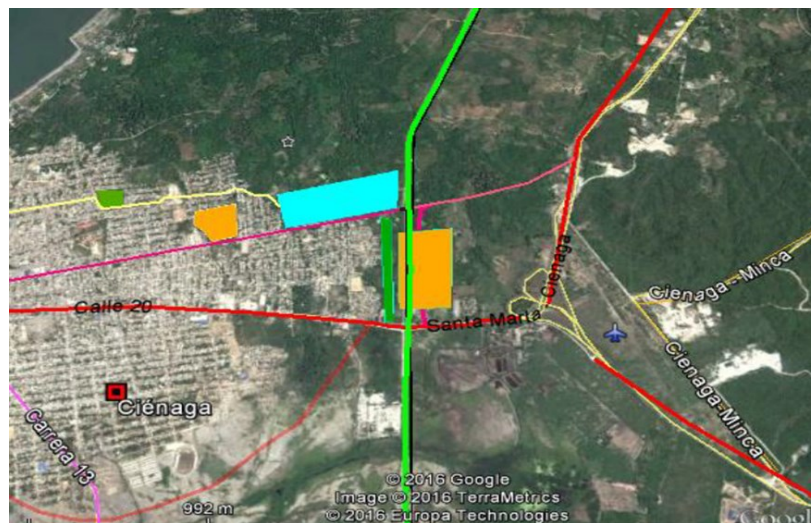


Figura 5. Ficha resumida del plan de negocio del tren turístico

SOCIOS CLAVE: 1. Fenoco 2. Concesionario o actual línea Gobernación de Magdalena 2. Alcaldías municipales. 3. FENOCO 4. Mincultura - Fontur 5. Operadores	ACTIVIDADES CLAVE: Operaciones logísticas y taquillas. Locales de comercio y servicios. Salas de espera/cafetería.	PROPUESTA VALOR: Experiencia única de viajar en un tren turístico recreando la prosperidad bananera del Macondo y visitar las estaciones de Fundación, Aracataca, Zona Bananera, Ciénaga y Santa Marta.	RELACION CLIENTES: Relación directa con prestadores de servicio.	CLIENTES: Comunidad de la región. Turistas en general.
	RECURSOS CLAVE: Estación multimodal Ciénaga Estación multimodal Aracataca Estación multimodal Santa Marta Estación multimodal Guacamayal Estación multimodal Fundación. Tren.		CANAL: Promoción Ruta Macondo Web Ruta Macondo Revistas turismo	
ESTRUCTURA DE COSTOS: • Inversión en infraestructura y Trenes • Costos fijos de arriendo, personal y servicios • Costos del merchandising y material publicitario • Dotación y mobiliario de las estaciones		FUENTES DE INGRESO: - Recaudo por beneficio de riego de Valorización terrenos - Recursos FGR / Privados - Tiquetes tren - Recaudo por Salida de Buses, Estación de Taxis, Alquiler Bicicleta, Prueba de Alcholemia y publicidad - Ingresos Inmobiliarios (Venta y alquiler espacios oficinas y comerciales), - Recaudo por Venta de artesanías, libros y merchandising alusiva a García Márquez		

Superado el diseño conceptual de los circuitos y equipamientos para transferencia de pasajeros, y los cálculos de sincronización de tiempos de despacho y velocidades de los trenes, el asunto crítico para resolver la factibilidad del tren amarillo sobre el corredor férreo, consiste en el esquema de gobernanza sobre el corredor férreo, que se encuentra constreñido por el esquema de concesión de la operación concebido para extraer y transportar la carga de mineral hacia el puerto marítimo.

Reflexiones finales

La conciliación de intereses entre el servicio de carga de carbón o cualquier granel y el tránsito de personas que permita activar un tren de pasajeros a mediano plazo (2021-2024), pasa por una ruptura explícita en el enfoque de política pública que no ha sido posible en 30 años.

Los roles y formas de territorialización en conflicto se evidencian históricamente en la escasa capacidad de negociación de las municipalidades y de la Gobernación frente a una autoridad nacional y los contratos de concesión establecidos.

El plan maestro de la ruta o corredor turístico involucra ajustes al ordenamiento territorial municipal considerando el desarrollo del sector turístico, y su efecto sobre transporte y de servicios públicos) debe evitar la segregación de los pobladores locales.

El arreglo institucional específico que gestionaría y coordinaría los recursos principales del orden nacional, regional y local, así como aportes de los empresarios del turismo, cajas de compensación y empresas de seguros, para un consorcio que opera un tren turístico tiene que superar la subordinación de las administraciones locales al trasladarles responsabilidades de orden fiscal al tiempo que redistribución de los beneficios.

Referencias Bibliográficas

Amézquita López, J. A. (2018). Análisis del plan sectorial de turismo como mecanismo de territorialización en el corredor férreo en los municipios de Aracataca, Zona Bananera y Ciénaga.

Badillo, W., Amézquita, J., Saumeth, L., & Valdez, J. (2016). *Caracterización Urbana-Territorial, Accesibilidad, Infraestructuras de Transporte, Propuesta de Trazado y Unidades de Negocio de la Ruta Macondo*. Cartagena: Observatorio del Caribe.

Díaz Aldret, A., & Rodríguez, R. (2013). Cohesión social y competitividad: Una aproximación desde la exclusión social. En E. Cabrero, A. Díaz Aldret, R. Rodríguez, C. Arce, A. Chiapa, P. Rojo, I. Orihuela, & E. Cabrero Mendoza (Ed.), *Retos de la competitividad urbana* (págs. 131-176). México DF: CIDE.

Dirección Nacional de Planeación. (2005). *CONPES 3397 Política sectorial de Turismo*. Bogotá: DNP.

DNP - Dirección Nacional de Planeación . (2005). *CONPES 3394 CONEXIÓN DE LOS DISTRITOS CARBONÍFEROS A LA RED FÉRREA*. Bogotá: Dirección Nacional de Planeación.

- Jurado Almonte, J. M.-G. (2016). Población y turismo rural en territorios de baja densidad demográfica en España. *Boletín de la Asociación de geógrafos españoles*(71), 247-272.
- Monnet, J. (2013). El territorio reticular. En Varios, & B. Nates (Ed.), *Enfoques y métodos en estudios territoriales* (págs. 137-168). Manizales: RETEC - DET - ICHS Unicaldas.
- Muñoz, E. A. (2017). Territorio de postal: la dualidad del Turismo en Santa Fe de Antioquia (Colombia). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 26 (2), 153-174.
- Paul, G., & Fautrero, V. (2006). Trajectoires de développement, innovation et territoires : « Ville diffuse » et/ou polarisation urbaine. En *Les territoires productifs en question(s). Transformations occidentales et situations maghrébines* (págs. 127-144). Rabat: Institut de recherche sur le Maghreb contemporain.
- Portafolio. (18 de Marzo de 2010). *Un recorrido en tren hacia el centro de Macondo*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/recorrido-tren-centro-macondo-236548>
- Puman, D., & Saint-Julien, T. (2014). *Análisis espacial: Las interacciones*. Santiago de Chile: Andros Impresores.
- Rashid, M., & Alobaydi, D. (2015). Territory, politics of power, and physical spatial networks: The case of Baghdad, Irak. *Habita International*, 50, 180-194.
- Revista Semana. (26 de Junio de 2017). *UNA-RUTA-PARA-RECORRER-MACONDO*. Obtenido de [HTTPS://WWW.SEMANA.COM/CONTENIDOS-EDITORIALES/ESPECIALES-REGIONALES/ARTICULO/UNA-RUTA-PARA-RECORRER-MACONDO/529501](https://www.semana.com/contenidos-editoriales/especiales-regionales/articulo/una-ruta-para-recorrer-macondo/529501)

APENDICE H. Aportación (2018) en “Sistemas productivos locales con anclaje territorial”

AMEZQUITA, J., AGÁMEZ, A.M. y JURADO, J.M. (2018): “La infraestructura logística en el Sur de Bolívar: estado actual y potencialidades”, en MÁRQUEZ, J.A. (Dir.): Sistemas productivos locales con anclaje territorial. Colección Collectánea, nº 217, Universidad de Huelva, pp. 311-326, ISBN 978-84-17288-97-6.

<https://play.google.com/books/reader?id=X1R7DwAAQBAJ&hl=es&pg=GBS.PA7>

AMEZQUITA, J., VALDÉS, J. y JURADO, J.M. (2018): “La ruta turística Macondo, una oportunidad para los municipios de Aracataca, Ciénaga y Zona Bananera”, en MÁRQUEZ, J.A. (Dir.): Sistemas productivos locales con anclaje territorial. Colección Collectánea, nº 217, Universidad de Huelva, pp. 327-336, ISBN 978-84-17288-97-6.

<https://play.google.com/books/reader?id=X1R7DwAAQBAJ&hl=es&pg=GBS.PA7>