

ANÁLISIS ESPACIAL DE ACCESIBILIDAD, CONECTIVIDAD E INTERACCIÓN ESPACIAL EN LOS PARTIDOS DE LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN

Federico Gauna

Universidad Nacional de Luján – CIC

fedegauna5@gmail.com

Noelia Principi

Universidad Nacional de Luján – CONICET

nprincipi@unlu.edu.ar

RESUMEN

El trabajo analiza las condiciones de accesibilidad, conectividad e interacción espacial entre los partidos que integran la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina) mediante técnicas de análisis espacial y Sistemas de Información Geográfica (SIG). A partir de la construcción de matrices de distancias reales e ideales, se aplicaron indicadores derivados de la teoría de grafos —índices beta y gamma, accesibilidad ideal y real, Índice de Calidad de Comunicación (ICC) e Índice de Trayectoria (IT)— y un modelo gravitatorio para estimar flujos potenciales de población entre localidades cabeceras.

Los resultados muestran la utilidad de los SIG y del análisis espacial cuantitativo para representar y modelizar dinámicas territoriales regionales, aportando información relevante para la comprensión de las desigualdades de conectividad y accesibilidad en la cuenca del río Luján.

Palabras clave: accesibilidad, conectividad, interacción espacial, análisis espacial, Sistemas de Información Geográfica.

ABSTRACT

The study analyzes the conditions of accessibility, connectivity, and spatial interaction among the districts that make up the Luján River basin (Buenos Aires Province, Argentina) through spatial analysis techniques and Geographic Information Systems (GIS). Based on the construction of real and ideal distance matrices, indicators derived from graph theory were applied —including beta and gamma indices, ideal and real accessibility, the Communication Quality Index (CQI), and the Trajectory Index (TI) — together with a gravity model to estimate potential population flows between district capitals.

The results demonstrate the usefulness of GIS and quantitative spatial analysis for representing and modeling regional territorial dynamics, providing relevant information for understanding inequalities in connectivity and accessibility within the Luján River basin.

Keywords: accessibility, connectivity, spatial interaction, spatial analysis, Geographic Information Systems.

INTRODUCCIÓN

La conectividad territorial y la accesibilidad constituyen dimensiones centrales para comprender las dinámicas de integración regional y los niveles de interacción espacial entre ciudades y regiones. Las redes de transporte terrestre permiten la circulación de personas, bienes y servicios, configurando estructuras territoriales diferenciadas según la densidad de población, la infraestructura vial y la proximidad a los grandes centros metropolitanos.

En este contexto, la cuenca del río Luján presenta un caso de estudio relevante debido a la coexistencia de partidos altamente integrados a la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) y otros con características predominantemente rurales. Estas diferencias territoriales permiten analizar contrastes en las condiciones de accesibilidad y conectividad regional.

Desde la Geografía Cuantitativa y el análisis espacial, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen herramientas para representar y modelizar redes territoriales, calcular distancias reales e ideales, analizar estructuras de conectividad y estimar flujos potenciales entre localidades.

El objetivo de este trabajo es analizar la accesibilidad, conectividad e interacción espacial entre los partidos que integran la cuenca del río Luján mediante técnicas de análisis espacial con SIG. Para ello, se construyeron matrices de distancias reales e ideales, se aplicaron índices de conectividad y accesibilidad derivados de la teoría de grafos y se estimaron flujos potenciales de población entre localidades cabeceras.

Los resultados permiten evidenciar desigualdades territoriales significativas entre los partidos integrados a la RMBA y aquellos ubicados fuera de ella, asociadas principalmente a la densidad de infraestructura vial y al peso demográfico.

ASPECTOS TEÓRICOS

La Geografía Cuantitativa, con énfasis en el orden espacial y en la búsqueda de leyes generales de la organización espacial, es definida como “*la ciencia que busca explicar la variación espacial de los fenómenos sobre la superficie terrestre*” (Stoddard, 1982; en Delgado, 2003:36). En este contexto, las distribuciones espaciales son primordiales y pueden ser cartografiadas, llevándolas a su explicación a través del análisis espacial.

El análisis espacial está constituido por técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos que se distribuyen en el espacio geográfico, siendo este enfoque, el núcleo de los Sistemas de Información Geográfica. De acuerdo con Berry (1996), se define a través de operaciones cuyos resultados dependen de la localización espacial, es decir, que si se mueven espacialmente las entidades los resultados cambian. Sus conceptos fundamentales son cinco: localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial (Buzai y Baxendale, 2012).

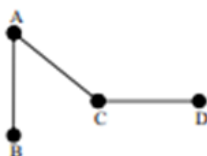
La teoría de grafos brinda la posibilidad de relacionar los objetos que se encuentran distribuidos en el espacio. Estos se conforman de nodos, aristas y flujos. Los nodos representan lugares, como ciudades, puertos, aeropuertos, etc. Las aristas o arcos se identifican con las rutas, en donde se dan determinados flujos, de personas, mercancías, etc., que por ella circulan. Cuando los nodos y las aristas se unen, forman redes, logrando la existencia de interacción espacial en estas redes (Principi, 2013).

El *modelo de lugar central* del geógrafo alemán Walter Christaller (1933), explica la interacción espacial entre las ciudades a través de diversas rutas por las que circulan flujos de servicios y mercancías, así como la distribución espacial y las funciones de los centros urbanos,

estableciendo una jerarquía urbana basada en centros óptimos para el abastecimiento y la distribución de bienes y servicios a los demás asentamientos humanos dentro de su área de influencia (Carter, 1983).

De acuerdo con Alsina (2010), un grafo (Figura 1) viene determinado por un conjunto de puntos (nodos) y por un conjunto de aristas (arcos) que relacionan pares de nodos. Los nodos, en diversas situaciones, pueden quedar entrelazados a través de varios arcos, lo que se denomina tramo, y es un conjunto de arcos que une dos nodos entre sí.

Figura 1. Grafo



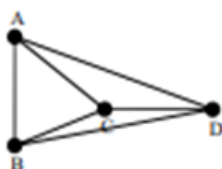
Cuando todos los nodos se encuentran unidos por arcos, a la red se la denomina coherente (Figura 2).

Figura 2. Red coherente



Cuando una red tiene el mayor número posible de arcos, y el mayor número posible de circuitos, al grafo se lo denomina completo (Figura 3).

Figura 3. Red completa



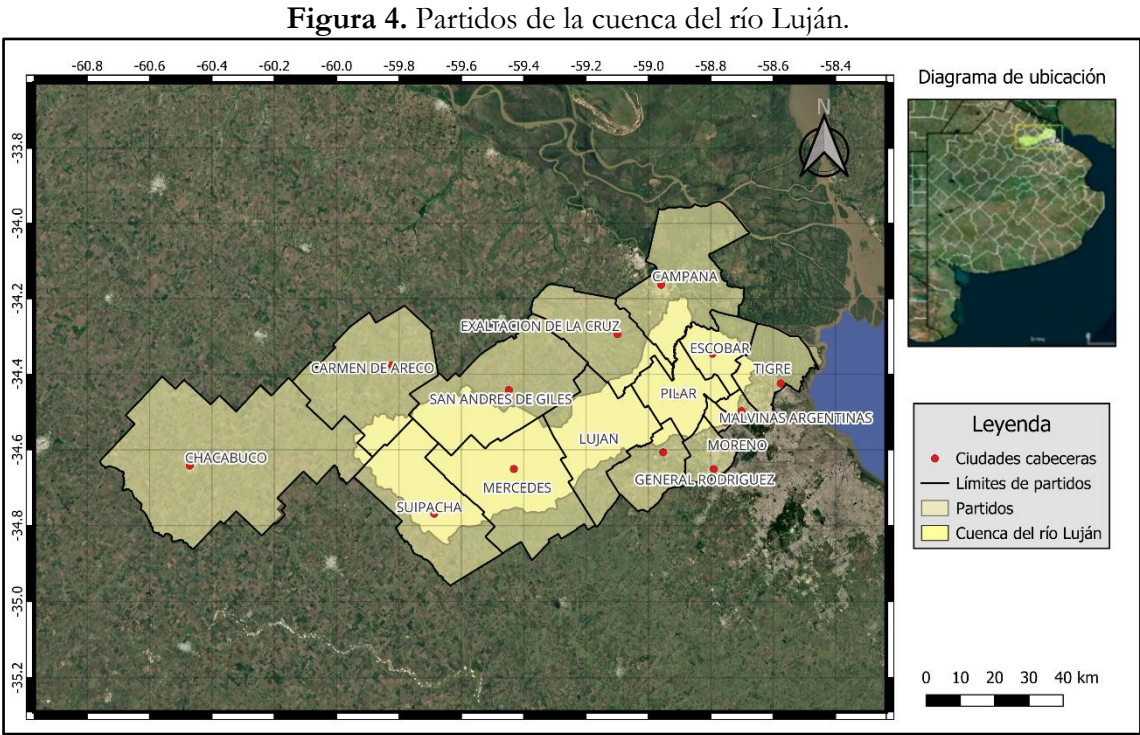
En este marco, la teoría de grafos y el análisis espacial constituyen herramientas conceptuales y metodológicas que permiten estudiar las relaciones territoriales y las dinámicas de interacción regional. La accesibilidad y la conectividad permiten comprender no sólo la disposición física de las redes de transporte, sino también las desigualdades territoriales derivadas de la distribución de la infraestructura y de la concentración de población. Desde esta perspectiva, la aplicación de SIG posibilita representar cartográficamente dichas relaciones, modelizar flujos potenciales y analizar la estructura espacial regional a partir de indicadores cuantitativos. En función de ello, el presente trabajo aborda el análisis de los partidos de la cuenca del río Luján considerando las relaciones entre red vial, accesibilidad e interacción espacial entre los partidos que la integran.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a los partidos de la cuenca del río Luján, una unidad territorial con características de interés para el análisis debido a la articulación entre áreas metropolitanas, periurbanas y rurales, presentando importantes contrastes en términos de infraestructura, densidad poblacional y conectividad territorial.

La cuenca del río Luján fue delimitada formalmente mediante el Decreto 1908/2023 de la Provincia de Buenos Aires, promulgado el 24 de octubre de 2023, donde a partir de estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidrodinámicos, se definieron los límites geográficos sobre los cuales el Comité de Cuenca del Río Luján (ComiLu) ejerce su competencia y jurisdicción territorial.

La cuenca se encuentra en el noroeste de la provincia de Buenos Aires e incluye quince partidos (Figura 4): Campana, Carmen de Areco, Chacabuco, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, Suipacha y Tigre. La población total es de 2.938.458 habitantes (CNPVyH 2022), lo que representa el 16,7% de la población total de la provincia de Buenos Aires (Tabla 1). Diez partidos de la cuenca media y baja forman parte de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA).



Fuente: Elaboración de los autores en QGIS

La superficie de la cuenca ocupa aproximadamente 3.300 km² y limita con la cuenca del Río Reconquista, la cuenca del Río Salado, la cuenca del Río Areco, la cuenca del arroyo de La Cruz, y con la cuenca del Delta del Paraná (Lanzelotti y Buzai, 2015).

Tabla 1. Población 2010 y 2022 e Índice de Crecimiento Relativo (ICR) por partido

Partido	Pob. 2022	Pob. 2010	ICR
Campana	110.566	94.461	17,04%
Carmen de Areco	17.499	14.692	19,10%
Chacabuco	52.729	48.703	8,26%

Escobar	256.268	213.619	19,96%
Exaltación de la Cruz	40.159	29.805	34,73%
General Rodríguez	142.709	87.185	63,68%
José C. Paz	326.992	265.981	22,93%
Luján	111.251	106.273	4,68%
Malvinas Argentinas	350.674	322.375	8,77%
Mercedes	72.980	63.284	15,32%
Moreno	576.632	452.505	27,43%
Pilar	394.754	299.077	31,99%
San Andrés de Giles	26.510	23.027	15,12%
Suipacha	11.786	10.081	16,91%
Tigre	446.949	376.381	18,74%

Fuente: elaboración de los autores en base a datos del INDEC (2023)

En la tabla 1 se observa que todos los partidos analizados registraron un crecimiento poblacional entre 2010 y 2022, aunque con magnitudes diferentes. Los mayores índices de crecimiento relativo corresponden a General Rodríguez (63,68%), Exaltación de la Cruz (34,73%) y Pilar (31,99%), evidenciando una fuerte expansión demográfica durante el período intercensal. En contraste, Luján (4,68%), Chacabuco (8,26%) y Malvinas Argentinas (8,77%) presentan los menores valores de crecimiento relativo, lo que indica una evolución poblacional más moderada que el resto de los partidos.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló mediante técnicas de análisis espacial cuantitativo y SIG. La unidad espacial de análisis estuvo conformada por los partidos integrantes de la cuenca del río Luján, considerando como nodos principales a sus ciudades cabeceras.

Para la construcción de la red vial se utilizaron capas vectoriales de rutas nacionales y provinciales procesadas en QGIS. A partir de dicha red se elaboró un grafo compuesto por nodos (localidades cabeceras) y aristas (rutas y caminos que vinculan las localidades).

Posteriormente, se construyeron matrices de distancias reales (MDR) y distancias ideales (MDI). Las distancias reales fueron calculadas mediante recorridos mínimos sobre la red vial utilizando herramientas de medición de Google Earth, mientras que las distancias ideales se calcularon en línea recta (distancias euclidianas) mediante herramientas de medición de QGIS.

Asimismo, se elaboró una matriz de tiempos de viaje considerando velocidades promedio diferenciadas según el tipo de vía: 100 km/h para rutas y autopistas y 50 km/h para accesos y avenidas.

Con estas matrices se aplicaron diferentes indicadores derivados de la teoría de grafos y del análisis de accesibilidad territorial: (1) Índice beta, para medir el nivel de conectividad de la red, (2) Índice gamma, para comparar la conectividad observada respecto del máximo posible, (3) Accesibilidad ideal y accesibilidad real, para ver el escenario ideal – hipotético – donde no existen obstáculos, barreras geográficas ni desvíos y el escenario real de distancia a través de la infraestructura real de transporte, (4) Índice de Calidad de Comunicación (ICC) que permite analizar qué tan eficiente es la red vial en comparación con líneas rectas (5) Índice de Trayectoria (IT), que mide cuánto hay que desviarse para llegar de un lugar a otra.

Además, se aplicó un modelo gravitatorio para estimar flujos potenciales de población entre localidades. Para ello se utilizaron los datos poblacionales del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 (INDEC), considerando las poblaciones de las ciudades cabeceras.

El cálculo de interacción espacial se realizó mediante una función gravitatoria donde el vínculo entre dos localidades es proporcional al producto de sus poblaciones e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia real entre ellas (Buzai et al., 2003). Finalmente, los resultados fueron representados cartográficamente mediante SIG, permitiendo identificar patrones espaciales de conectividad, accesibilidad e interacción territorial.

A continuación, se presentan los kilómetros recorridos de cada ruta nacional y provincial (Tablas 2 y 3) y su correspondiente representación cartográfica (Figura 5) que atraviesan los partidos de la cuenca del río Luján. Esto representan datos básicos necesarios para los cálculos de accesibilidad y conectividad.

Tabla 2. Recorrido en kilómetros de Rutas Nacionales.

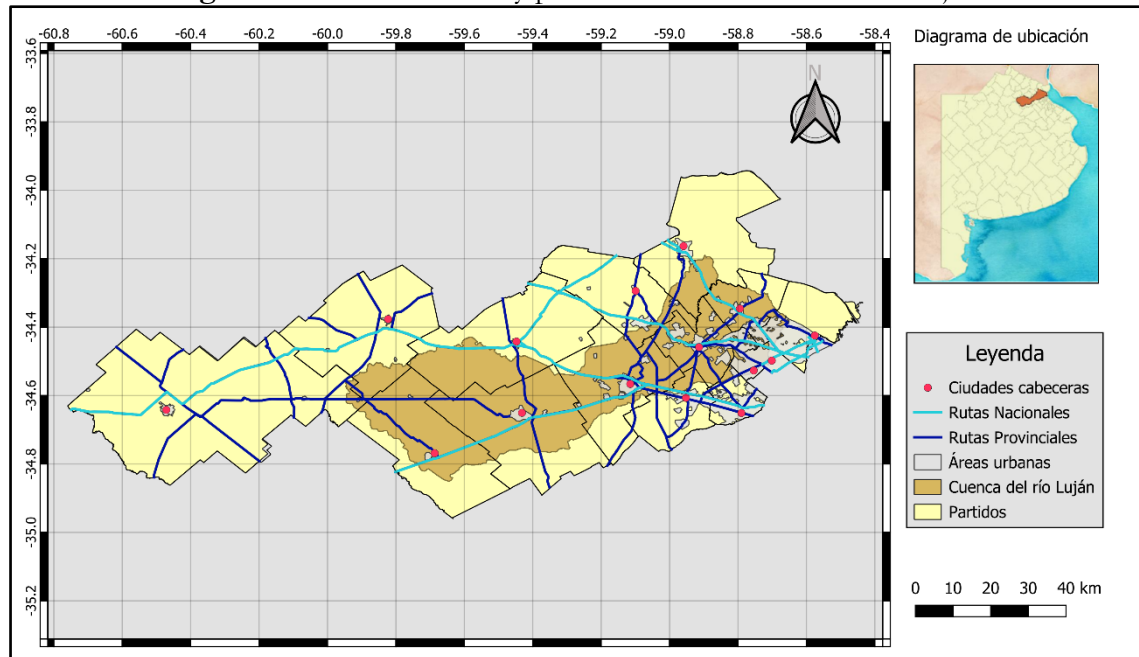
Nº	Km
5	88
7	242,5
8	87,8
9	63,7
12	5,7
193	46,6
197	22,6
202	20,3
A003	5,53
Total	582,7

Fuente: elaboración de los autores.

Tabla 3. Recorrido en kilómetros de Rutas Provinciales.

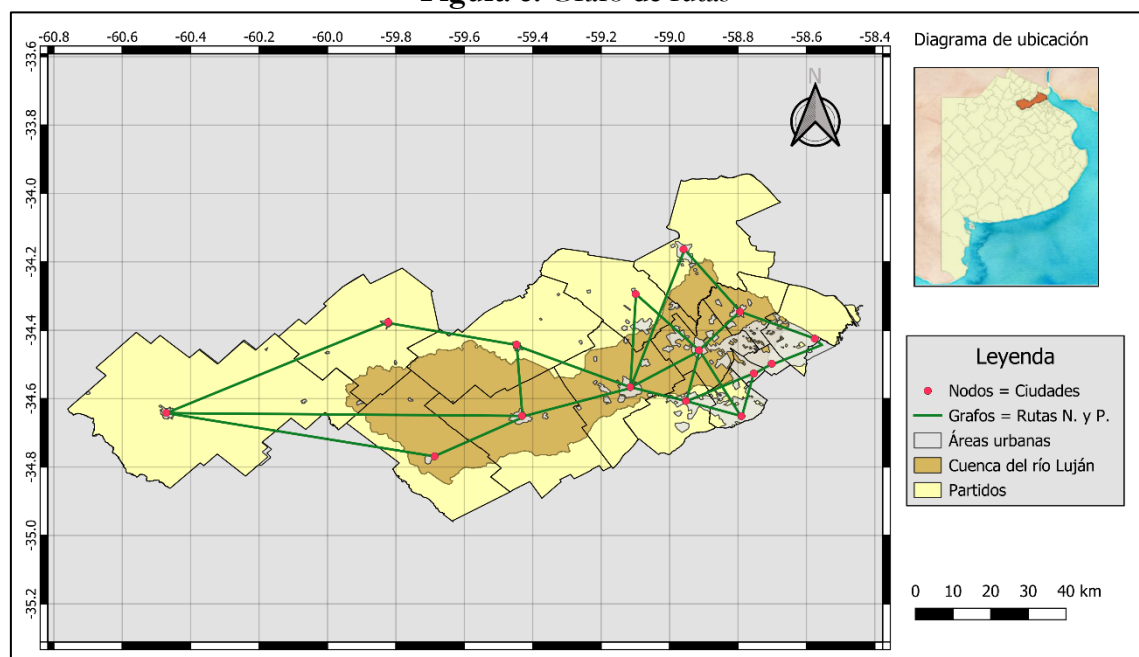
Nº	Km
6	74,2
7	47,9
8	30,2
23	9,4
24	40,8
25	62,2
26	19,7
27	21,3
28	16,2
30	60,7
31	36,9
32	29
34	27,8
39	13,9
41	66
42	133,4
43	42,3
47	27,1
51	53,9
191	13,4
192	32,1
193	11,4
195	4,7
Total	874,5

Fuente: elaboración de los autores.

Figura 5. Rutas nacionales y provinciales de cuenca del río Luján

Fuente: elaboración de los autores en QGIS.

A partir de los datos anteriores, se construyó el grafo de rutas nacionales y provinciales, presentando el resultado cartográfico en la Figura 6.

Figura 6. Grafo de rutas

Fuente: elaboración de los autores en QGIS.

Se presentan los resultados del cálculo de la MDR (Tabla 4) y la MDI (Tabla 5).

Tabla 4. Matriz de datos de distancias reales (MDR) en Km.

	Campana	Carmen de Areco	Chacabuco	Escobar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Malvinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Pilar	San Andrés de Giles	Snipacha	Tigre
Campana	0	96	167	30,3	28,4	59,9	55,3	50,3	52,8	90,3	69,1	44,6	78,2	117	57,6
Carmen de Areco	96	0	71,6	123	84,7	89,9	112	73,6	117	64,7	105	104	39,9	93	132
Chacabuco	167	71,6	0	188	154	160	184	151	190	119	177	177	104	89,9	203
Escobar	30,3	123	188	0	49,2	33,8	36,8	50,6	30,9	81	41,5	17	84	108	31,8
Exaltación de la Cruz	28,4	84,7	154	49,2	0	49,1	57,5	33,7	55,9	73,3	55,7	33	66,4	101	68,3
General Rodríguez	59,9	89,9	160	33,8	49,1	0	22,8	17,3	28,1	47,6	13,4	14,7	50,8	73,8	41,7
Jose C. Paz	55,3	112	184	36,8	57,5	22,8	0	39,2	7,9	69,7	21,3	23	72,9	96	21,9
Luján	50,3	73,6	151	50,6	33,7	17,3	39,2	0	44,9	39,6	32	31,6	34,4	64,8	66,5
Malvinas Argentinas	52,8	117	190	30,9	55,9	28,1	7,9	44,9	0	74,2	21,7	25,3	78,5	101	15,7
Mercedes	90,3	64,7	119	81	73,3	47,6	69,7	39,6	74,2	0	62,1	62,2	25,6	29,2	88,9
Moreno	69,1	105	177	41,5	55,7	15,4	21,3	32	21,7	62,1	0	22,4	66,1	88,6	40,6
Pilar	44,6	104	177	17	33	14,7	23	31,6	25,3	62,2	22,4	0	66	102	37,2
San Andrés de Giles	78,2	39,9	104	84	66,4	50,8	72,9	34,4	78,5	25,6	66,1	66	0	54,9	92
Snipacha	117	93	89,9	108	101	73,8	96	64,8	101	29,2	88,6	102	54,9	0	118,3
Tigre	57,6	132	203	31,8	68,3	41,7	21,9	66,5	15,7	88,9	40,6	37,2	92	118,3	0

Fuente: elaboración de los autores.

Tabla 5. Matriz de datos de distancias ideales (MDI) en Km.

	Campana	Carmen de Areco	Chacabuco	Escobar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Malvinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Pilar	San Andrés de Giles	Snipacha	Tigre
Campana	0	83,1	149	24,1	18,8	48,2	41,8	47	43,6	68,4	53,6	33	54	93,9	44,9
Carmen de Areco	83,1	0	64,7	94,7	68,1	83,7	98,2	67,8	105	46,8	98,7	84,7	35	44,2	114
Chacabuco	149	64,7	0	157	132	139	157	124	164	95,1	153	144	95,6	72,5	175
Escobar	24,1	94,7	157	0	29	32,4	18,5	38,3	19	66	31,6	24	61,3	94,6	21,6
Exaltación de la Cruz	18,8	68,1	132	29	0	38,1	39,8	31	44,4	49,7	47,7	26,7	35,7	75,3	50
General Rodríguez	48,2	83,7	139	32,4	38,1	0	19,3	16,4	26,1	43	14,4	13,7	48,9	70,5	39,3
Jose C. Paz	41,8	98,2	157	18,5	39,8	19,3	0	32,8	7,1	62	13,5	14,7	62,9	88,7	19,8
Luján	47	67,8	124	38,3	31	16,4	32,8	0	39,5	29,4	30,2	21,7	32,6	56,8	51,9
Malvinas Argentinas	43,6	105	164	19	44,4	26,1	7,1	39,5	0	69,8	17,6	20,8	69,4	95,4	19,8
Mercedes	68,4	46,8	95,1	66	49,7	43	62	29,4	69,8	0	57,5	51	22,9	27,2	81,4
Moreno	53,6	98,7	153	31,6	47,7	14,4	13,5	30,2	17,6	57,5	0	21,8	62,9	82,5	30,6
Pilar	33	84,7	144	24	26,7	15,7	14,7	21,7	20,8	51	21,8	0	49	77,9	31
San Andrés de Giles	54	35	95,6	61,3	35,7	48,9	62,9	32,6	69,4	22,9	62,9	49	0	41,7	80,2
Snipacha	93,9	44,2	72,5	94,6	75,3	70,5	88,7	56,8	95,4	27,2	82,5	77,9	41,7	0	108
Tigre	44,9	114	175	21,6	50	39,3	19,8	51,9	19,8	81,4	30,6	31	80,2	108	0

Fuente: elaboración de los autores.

Para el cálculo de la matriz de datos de tiempo sobre distancias reales (Tabla 6), se tuvo en cuenta el criterio de la velocidad promedio de un auto en rutas/autopistas (100 km/h) y en accesos/avenidas (50 km/h).

Tabla 6. Matriz de datos de tiempos en minutos.

	Campana	Carmen de Areco	Chacabuco	Escobar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Malvinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Pilar	San Andrés de Giles	Snipacha	Tigre	TOTAL
Campana	0	57,6	102	22,2	17,04	39,54	41,88	32,4	41,28	58,68	48,7	30,4	48,96	73,8	48,3	662,74
Carmen de Areco	57,6	0	47,4	76,8	50,82	53,9	70,2	46,8	76,2	38,8	106,2	65,4	23,4	55,8	86,4	855,72
Chacabuco	102	47,4	0	114,6	94,2	96	114,6	93,6	117,6	71,4	108	109	62,4	53,4	126	1310,4
Escobar	22,2	76,8	114,6	0	31,3	22,8	24,6	33,6	20,4	52,2	26,4	11,8	50,4	68,4	21,6	577,1
Exaltación de la Cruz	17,04	50,82	94,2	31,3	0	32,34	39,6	20,2	39,36	46,9	36,3	21,7	39,8	64,2	46,02	579,8
General Rodríguez	39,54	53,9	96	22,8	32,34	0	13,6	10,3	19,2	31,2	9,2	8,8	30	48	28,2	443,08
Jose C. Paz	41,88	70,2	114,6	24,6	39,6	13,6	0	23,4	9,4	43,2	12,7	15	43,7	60	16,2	528,08
Luján	32,4	46,8	93,6	33,6	20,22	10,3	23,4	0	29,4	23,4	19,2	18,6	20,4	42,6	43,1	457,02
Malvinas Argentinas	41,28	76,2	117,6	20,4	39,36	19,2	9,4	29,4	0	47,4	16,2	18	48,6	64,2	11,4	558,64
Mercedes	58,68	38,8	71,4	52,2	46,9	31,2	43,2	23,4	47,4	0	39	39	15	17,4	37	580,58
Moreno	48,7	106,2	108	26,4	36,3	9,2	12,7	19,2	16,2	39	0	13,4	39,6	57	30	561,9
Pilar	30,36	65,4	109,2	11,8	21,7	8,8	15	18,6	18	39	13,4	0	35,6	63	25,2	500,3
San Andrés de Giles	48,96	23,4	62,4	50,4	39,8	30	43,7	20,4	48,6	15	39,6	35,6	0	32,4	57,6	547,86
Snipacha	73,8	55,8	53,4	68,4	64,2	48	60	42,6	64,2	17,4	57	63	32,4	0	73,2	773,4
Tigre	48,3	86,4	126	21,6	46,02	28,2	16,2	43,1	11,4	57	30	25,2	57,6	73,2	0	670,22
TOTAL	662,74	855,72	1310,4	577,1	579,8	443,08	528,08	457	558,64	580,58	561,9	475	547,86	773,4	670,22	9581,6

Fuente: elaboración de los autores.

Índice beta

Las medidas de conexión o cohesión, establecidas por Cardozo et al. (2009), miden el grado de conectividad recíproca entre los nodos de la red, y se obtienen a partir de la aplicación del cálculo de beta y máximo de beta.

El índice beta (β) señala que un aumento en el número de arcos en la red, representa una mayor conectividad entre los nodos, y surge de dividir el número de arcos con el número de nodos.

El siguiente ejemplo representa el grafo de los partidos dentro de la cuenca (donde 23 son los arcos, y 15 son los nodos o partidos):

$$\beta = a/n$$

$$\beta = 23/15 = 1,53$$

Cuando mayor sea el valor de β mayor será el grado de conectividad del grafo. El resultado (1,53) indica “redes complejas”.

Este índice puede ser comparado con el valor máximo posible, que indica la máxima conexión que podría tener la red; y se realiza a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Máximo de } \beta = n \cdot (n-1) / 2 \quad \text{Máximo de } \beta = 15 \cdot (15-1) / 2 = 105$$

Índice gamma

Este índice permite comparar grafos con diferentes cantidades de nodos. El índice gamma (γ) nos ofrece la relación entre el número de arcos que tiene un grafo y el máximo posible.

El cálculo arroja resultados comprendidos entre 0 y 1. El primer valor corresponde a redes topológicas nulas y el último se corresponde con un grafo completo. Se expresa así:

$$\gamma = 2 \cdot n / n \cdot (n-1) \quad \gamma = 2 \cdot 15 / 15 \cdot (15-1) = 0,14$$

Los resultados obtenidos en todos los grafos nos muestran que los arcos existentes son escasos en relación con el máximo de arcos posibles, es decir, dicho valor se aleja excesivamente de la situación de grafo completo.

Accesibilidad ideal y accesibilidad real

Para poder representar el camino de menor longitud entre dos localidades se realiza el recorrido en línea recta, que pocas veces se corresponde con la situación real (Principi, 2013).

Existen dos mediciones que permiten estudiar el análisis de la relación entre las distancias ideales (d_i) y las distancias reales: la accesibilidad ideal (AI) y la accesibilidad real (AR), y permiten verificar el grado de eficiencia en la estructura de la red.

Cálculo de accesibilidad ideal:

$$AI_i = \sum_{j=1}^n di_{ij}$$

AI es la accesibilidad ideal para la localidad, y se obtiene a partir de la sumatoria de las distancias ideales entre la localidad i y cada una de las localidades del área de estudio. El resultado de este índice (Tabla 7) muestra mejores condiciones en las localidades que presentan valores menores, es decir, son aquellas desde las cuales se debe recorrer una menor cantidad de distancia hacia el conjunto de localidades del área de estudio.

Tabla 7. Matriz de Accesibilidad Ideal (MDI) en km.

	Campana	Carmen de Areco	Chacabuco	Escobar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Marinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Pilar	San Andrés de Giles	Snipacha	Tigre	AI
Campana	0	83,1	149	24,1	18,8	48,2	41,8	47	43,6	68,4	53,6	33	54	93,9	44,9	803,4
Carmen de Areco	83,1	0	64,7	94,7	68,1	83,7	98,2	67,8	105	46,8	98,7	84,7	35	44,2	114	1088,7
Chacabuco	149	64,7	0	157	132	139	157	124	164	95,1	153	144	95,6	72,5	175	1821,9
Escobar	24,1	94,7	157	0	29	32,4	18,5	38,3	19	66	31,6	24	61,3	94,6	21,6	712,1
Exaltación de la Cruz	18,8	68,1	132	29	0	38,1	39,8	31	44,4	49,7	47,7	26,7	35,7	75,3	50	686,3
General Rodríguez	48,2	83,7	139	32,4	38,1	0	19,3	16,4	26,1	43	14,4	15,7	48,9	70,5	39,3	635
Jose C. Paz	41,8	98,2	157	18,5	39,8	19,3	0	32,8	7,1	62	13,5	14,7	62,9	88,7	19,8	676,1
Luján	47	67,8	124	38,3	31	16,4	32,8	0	39,5	29,4	30,2	21,7	32,6	56,8	51,9	619,4
Marinas Argentinas	43,6	105	164	19	44,4	26,1	7,1	39,5	0	69,8	17,6	20,8	69,4	95,4	19,8	741,5
Mercedes	68,4	46,8	95,1	66	49,7	43	62	29,4	69,8	0	57,5	51	22,9	27,2	81,4	770,2
Moreno	53,6	98,7	153	31,6	47,7	14,4	13,5	30,2	17,6	57,5	0	21,8	62,9	82,5	30,6	715,6
Pilar	33	84,7	144	24	26,7	15,7	14,7	21,7	20,8	51	21,8	0	49	77,9	31	616
San Andrés de Giles	54	35	95,6	61,3	35,7	48,9	62,9	32,6	69,4	22,9	62,9	49	0	41,7	80,2	752,1
Snipacha	93,9	44,2	72,5	94,6	75,3	70,5	88,7	56,8	95,4	27,2	82,5	77,9	41,7	0	108	1029,2
Tigre	44,9	114	175	21,6	50	39,3	19,8	51,9	19,8	81,4	30,6	31	80,2	108	0	867,5
AI	803,4	1088,7	1821,9	712,1	686,3	635	676,1	619	741,5	770,2	715,6	616	752,1	1029,2	868	12535

Fuente: elaboración de los autores.

La fórmula de accesibilidad real (AR) tiene las mismas propiedades que la fórmula de AI, pero considerando las distancias reales.

$$AR_i = \sum_{j=1}^n dr_{ij}$$

Los resultados correspondientes se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Matriz de Accesibilidad Real (MDR) en km.

	Campana	Carmen de Areco	Chacabuco	Escobar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Marinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Pilar	San Andrés de Giles	Snipacha	Tigre	AR
Campana	0	96	167	30,3	28,4	59,9	55,3	50,3	52,8	90,3	69,1	44,6	78,2	117	37,6	996,8
Carmen de Areco	96	0	71,6	123	84,7	89,9	112	73,6	117	64,7	105	104	39,9	93	132	1306,4
Chacabuco	167	71,6	0	188	154	160	184	151	190	119	177	177	104	89,9	203	2135,5
Escobar	30,3	123	188	0	49,2	33,8	36,8	50,6	30,9	81	41,5	17	84	108	31,8	905,9
Exaltación de la Cruz	28,4	84,7	154	49,2	0	49,1	57,5	33,7	55,9	73,3	55,7	33	66,4	101	68,3	910,2
General Rodríguez	59,9	89,9	160	33,8	49,1	0	22,8	17,3	28,1	47,6	15,4	14,7	50,8	73,8	41,7	704,9
Jose C. Paz	55,3	112	184	36,8	57,5	22,8	0	39,2	7,9	69,7	21,3	23	72,9	96	21,9	820,3
Luján	50,3	73,6	151	50,6	33,7	17,3	39,2	0	44,9	39,6	32	31,6	34,4	64,8	66,5	729,5
Marinas Argentinas	52,8	117	190	30,9	55,9	28,1	7,9	44,9	0	74,2	21,7	25,3	78,5	101	15,7	843,9
Mercedes	90,3	64,7	119	81	73,3	47,6	69,7	39,6	74,2	0	62,1	62,2	25,6	29,2	88,9	927,4
Moreno	69,1	105	177	41,5	55,7	15,4	21,3	32	21,7	62,1	0	22,4	66,1	88,6	40,6	818,5
Pilar	44,6	104	177	17	33	14,7	23	31,6	25,3	62,2	22,4	0	66	102	37,2	760
San Andrés de Giles	78,2	39,9	104	84	66,4	50,8	72,9	34,4	78,5	25,6	66,1	66	0	54,9	92	913,7
Snipacha	117	93	89,9	108	101	73,8	96	64,8	101	29,2	88,6	102	54,9	0	118,3	1237,5
Tigre	37,6	132	203	31,8	68,3	41,7	21,9	66,5	15,7	88,9	40,6	37,2	92	118,3	0	1015,5
AR	996,8	1306,4	2135,5	905,9	910,2	704,9	820,3	729,5	843,9	927,4	818,5	760	913,7	1237,5	1016	15026

Fuente: elaboración de los autores.

Índice de calidad de comunicación e índice de trayectoria

Otra medición que se realizó es el Índice de calidad en la comunicación (ICC), en el cual, el resultado que se aproxima a 1 presenta mejores situaciones. La fórmula es la siguiente:

$$ICC = \frac{AI_i}{AR_i}$$

Los resultados correspondientes se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Índice de Calidad en la Comunicación (ICC)

	Campaña	Carmen de Azeo	Chacabuco	Escoibar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Malvinas Argentinas	Mercedes	Moseno	Pilar	San Andrés de Giles	Supacha	Tigre	ICCI
Campaña	0	0,87	0,89	0,80	0,66	0,80	0,76	0,93	0,83	0,76	0,78	0,74	0,69	0,80	0,78	0,74
Carmen de Azeo	0,87	0	0,90	0,77	0,80	0,93	0,88	0,92	0,90	0,72	0,94	0,81	0,88	0,48	0,86	0,78
Chacabuco	0,89	0,90	0	0,84	0,86	0,87	0,85	0,82	0,86	0,80	0,86	0,81	0,92	0,81	0,86	0,80
Escoibar	0,80	0,77	0,84	0	0,59	0,96	0,50	0,76	0,61	0,81	0,76	1,41	0,73	0,88	0,68	0,74
Exaltación de la Cruz	0,66	0,80	0,86	0,59	0	0,78	0,69	0,92	0,79	0,68	0,86	0,81	0,54	0,73	0,73	0,70
General Rodríguez	0,80	0,93	0,87	0,96	0,78	0	0,85	0,95	0,93	0,90	0,94	1,07	0,96	0,96	0,94	0,86
Jose C. Paz	0,76	0,88	0,85	0,50	0,69	0,85	0	0,84	0,90	0,89	0,63	0,64	0,86	0,92	0,90	0,74
Luján	0,93	0,92	0,82	0,76	0,92	0,95	0,84	0	0,88	0,74	0,94	0,69	0,95	0,88	0,78	0,80
Malvinas Argentinas	0,83	0,90	0,86	0,61	0,79	0,93	0,90	0,88	0	0,94	0,81	0,82	0,88	0,94	1,26	0,82
Mercedes	0,76	0,72	0,80	0,81	0,68	0,90	0,89	0,74	0,94	0	0,93	0,82	0,89	0,93	0,92	0,78
Moseno	0,78	0,94	0,86	0,76	0,86	0,94	0,63	0,94	0,61	0,93	0	0,97	0,95	0,93	0,75	0,80
Pilar	0,74	0,81	0,81	1,41	0,81	1,07	0,64	0,69	0,82	0,82	0,97	0	0,74	0,76	0,83	0,80
San Andrés de Giles	0,69	0,88	0,92	0,73	0,54	0,96	0,86	0,95	0,88	0,89	0,95	0,74	0	0,76	0,87	0,78
Supacha	0,80	0,48	0,81	0,88	0,75	0,96	0,92	0,88	0,94	0,93	0,93	0,76	0,76	0	0,91	0,78
Tigre	0,78	0,86	0,86	0,68	0,73	0,94	0,90	0,78	1,26	0,92	0,75	0,83	0,87	0,91	0	0,81
ICCI	0,74	0,78	0,80	0,74	0,70	0,86	0,74	0,80	0,82	0,78	0,80	0,80	0,78	0,78	0,81	0,78

Fuente: elaboración de los autores.

De forma inversa al ICC, se obtiene el Índice de trayectoria (IT), que indica el porcentaje de longitud mayor en la se aparta la situación real de la ideal. Su fórmula es:

$$IT_i = \frac{AR_i}{AI_i}$$

Los resultados correspondientes se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Índice de Trayectoria (IT)

	Campaña	Carmen de Azeo	Chacabuco	Escoibar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Malvinas Argentinas	Mercedes	Moseno	Pilar	San Andrés de Giles	Supacha	Tigre	IT
Campaña	0	1,16	1,12	1,26	1,51	1,24	1,32	1,07	1,21	1,32	1,29	1,35	1,45	1,25	1,28	1,19
Carmen de Azeo	1,16	0	1,11	1,30	1,24	1,07	1,14	1,09	1,11	1,38	1,06	1,23	1,14	2,10	1,16	1,15
Chacabuco	1,12	1,11	0	1,20	1,17	1,15	1,17	1,22	1,16	1,25	1,16	1,23	1,09	1,24	1,16	1,09
Escoibar	1,26	1,30	1,20	0	1,70	1,04	1,99	1,32	1,63	1,23	1,31	0,71	1,37	1,14	1,47	1,24
Exaltación de la Cruz	1,51	1,24	1,17	1,70	0	1,29	1,44	1,09	1,26	1,47	1,17	1,24	1,86	1,34	1,37	1,28
General Rodríguez	1,24	1,07	1,15	1,04	1,29	0	1,18	1,05	1,08	1,11	1,07	0,94	1,04	1,05	1,06	1,02
Jose C. Paz	1,32	1,14	1,17	1,99	1,44	1,18	0	1,20	1,11	1,12	1,58	1,56	1,16	1,08	1,11	1,21
Luján	1,07	1,09	1,22	1,32	1,09	1,05	1,20	0	1,14	1,33	1,06	1,46	1,06	1,14	1,28	1,10
Malvinas Argentinas	1,21	1,11	1,16	1,63	1,26	1,08	1,11	1,14	0	1,06	1,23	1,22	1,13	1,06	0,79	1,08
Mercedes	1,32	1,38	1,25	1,23	1,47	1,11	1,12	1,35	1,06	0	1,08	1,22	1,12	1,07	1,09	1,13
Moseno	1,29	1,06	1,16	1,31	1,17	1,07	1,58	1,06	1,23	1,08	0	1,03	1,05	1,07	1,33	1,10
Pilar	1,35	1,23	1,23	0,71	1,24	0,94	1,56	1,46	1,22	1,22	1,03	0	1,35	1,31	1,20	1,14
San Andrés de Giles	1,45	1,14	1,09	1,37	1,86	1,04	1,16	1,06	1,13	1,12	1,05	1,35	0	1,32	1,15	1,15
Supacha	1,25	2,10	1,24	1,14	1,34	1,05	1,08	1,14	1,06	1,07	1,07	1,31	1,32	0	1,10	1,15
Tigre	1,28	1,16	1,16	1,47	1,37	1,06	1,11	1,28	0,79	1,09	1,33	1,20	1,15	1,10	0	1,10
IT	1,19	1,15	1,09	1,24	1,28	1,02	1,21	1,10	1,08	1,13	1,10	1,14	1,15	1,15	1,10	1,14

Fuente: elaboración de los autores.

Potencial de población

El potencial de población mide la interacción potencial entre localidades. Para realizar el cálculo, se debe tener en cuenta que PP_i es el potencial de población para la localidad i . P_i es la población de la localidad en cuestión considerada como potencial propio, PI_i es el potencial interlocalidades para la localidad i , P_j es la población de cada una de las otras localidades de la región y d_{ij} es la distancia entre las localidades i y j .

Cálculo de potencial de población:

$$PP_i = P_i + PI_i$$

Siendo,

$$PI_i = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}}$$

Entonces,

$$PP_i = P_i + \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}}$$

Este cálculo se realiza a partir de los valores poblacionales de los partidos al 2022 (Tabla 1) y con los resultados de la Matriz de distancias reales (Tabla 4). Posteriormente, se normalizan los resultados, considerando el valor mayor (Moreno) como 100%, calculando el resto de los valores como proporción de dicho porcentaje (Tabla 11).

Tabla 11. Potencial de Población (PPi)

	Campana	Carmen de Azeo	Chacabuco	Escobar	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Marinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Pilar	San Andrés de Giles	Suspacha	Tigre
Campana	0	182,28	315,74	8457,69	1414,05	2382,45	5913,06	2211,75	6641,55	808,19	8344,89	8850,99	339,00	100,74	7759,53
Carmen de Azeo	1151,73	0	736,44	2083,48	474,13	1587,42	2919,57	1511,56	2997,21	1127,98	5491,73	3795,71	664,41	126,73	3385,98
Chacabuco	662,07	244,40	0	1363,13	260,77	891,93	1777,13	736,76	1845,65	613,28	3257,81	2230,25	254,90	131,10	2201,72
Escobar	3649,04	142,27	280,47	0	816,24	4222,16	8885,65	2198,64	11348,67	900,99	13894,75	23220,82	315,60	109,13	14055,00
Exaltación de la Cruz	3893,17	206,60	342,40	5208,70	0	2906,50	5686,82	3301,22	6273,24	995,63	10352,46	11962,24	399,25	116,69	6543,91
General Rodríguez	1845,84	194,65	329,56	7581,89	817,90	0,00	14341,75	6430,69	12479,50	1533,19	37443,64	26854,01	521,85	159,70	10718,20
Jose C. Paz	1999,39	156,24	286,57	6963,80	698,42	6259,17	0	2838,04	44389,11	1047,06	27071,92	17163,22	363,65	122,77	20408,63
Luján	2198,13	237,76	349,20	5064,58	1191,66	8249,08	8341,63	0	7810,11	1842,93	18019,75	12492,22	770,64	181,88	6721,04
Marinas Argentinas	2094,05	149,56	277,52	8293,46	718,41	5078,61	41391,39	2477,75	0	983,56	26572,90	15602,92	337,71	116,69	28468,09
Mercedes	1224,43	270,46	443,10	3163,80	547,87	2998,09	4691,42	2809,37	4726,06	0	9285,54	6346,53	1035,55	403,63	5027,55
Moreno	1600,09	166,66	297,90	6175,13	720,99	9266,82	15351,74	3476,59	16160,09	1175,20	0	17622,95	401,06	133,02	11008,60
Pilar	2479,06	168,26	297,90	15074,59	1216,94	9708,10	14217,04	3520,60	13860,63	1173,31	25742,50	0	401,67	115,55	12014,76
San Andrés de Giles	1413,89	438,57	507,01	3050,81	604,80	2809,23	4485,49	3234,04	4467,18	2850,78	8723,63	5981,12	0	214,68	4858,14
Suspacha	945,01	188,16	586,53	2372,85	397,61	1933,73	3406,17	1716,84	3472,02	2499,32	6508,26	3870,14	482,88	0	3778,10
Tigre	1919,55	132,57	259,75	8058,74	587,98	3422,28	14931,14	1672,95	22335,92	820,92	14202,76	10611,67	288,15	99,63	0
Pj	27075,44	2878,44	5310,09	82912,67	10467,78	61715,55	146340,00	38136,79	158806,97	18372,34	214912,54	166604,78	6576,31	2131,95	136949,24
Pi	110,566	17,499	52,729	256,268	40,159	142,709	326,992	111,251	350,674	72,980	576,632	394,754	26,510	11,786	446,949
PPi	137641,44	20377,44	58039,09	339180,67	50626,78	204424,55	473332,00	149387,79	509480,97	91352,34	791544,54	561358,78	33086,31	13917,95	583898,24
% Moreno (100)	17,39	2,57	7,33	42,85	6,40	35,01	59,80	18,87	64,37	11,54	100,00	70,92	4,18	1,76	73,77

Fuente: elaboración de los autores.

Flujos potenciales entre localidades

El cálculo de flujos permite estimar el nivel de interacción espacial horizontal que existe entre diferentes entidades geográficas del área de estudio (Pumain y Saint-Julien, 2014). En este cálculo, el tamaño de la población se utiliza para valorar la interacción entre los centros como así también la distancia real entre cada centro:

$$I_{ij} = k \frac{M_i M_j}{d_{ij}^a}$$

Iij es la interacción, Mi Mj son las masas de las entidades, dij es la distancia, k es un parámetro de ajuste a situaciones reales y a es un parámetro de fricción espacial.

Cálculo de flujos poblacionales:

$$F_{ij} = k \frac{P_i P_j}{d_{ij}^a}$$

En la formula anterior, Fij son las unidades de flujo resultantes entre las entidades i y j, Pi Pj son las poblaciones de las entidades, dij es la distancia en kilómetros, k y a cumplen la misma función que en la fórmula general.

Para el ejemplo de esta aplicación fue considerado $k=1$ y $d=2$, por lo tanto, la fórmula de cálculo se simplificaría como:

$$F_{ij} = \frac{P_i P_j}{d^2}$$

El parámetro d eleva la distancia al cuadrado, correspondiente a una situación estándar de fricción regional. El parámetro k desaparece al calcularse flujos potenciales.

Para realizar el cálculo se utilizan los valores poblacionales de cada localidad cabecera, y la matriz de distancias reales realizada para el cálculo de la accesibilidad real (AR). Con estos datos aplica la fórmula presentada anteriormente, con la finalidad de realizar la matriz de interacciones entre localidades (MIL) - Tabla 1 - que será el insumo base para la realización del mapa de flujos potenciales de población entre localidades (Principi, 2018).

Tabla 12. Matriz de interacciones entre localidades (MIL)

	Campana	Carmen de Azeo	Chacabuco	Ezeo	Exaltación de la Cruz	General Rodríguez	Jose C. Paz	Luján	Malvinas Argentinas	Mercedes	Moreno	Páez	San Andrés de Giles	Suipacha	Tigre
Campana	0.00	28686.34	67301.72	21560335.71	1466781.44	2477869.07	8835069.34	2438364.62	10573868.96	393467.52	11204206.28	17141091.45	92697.10	9170.05	11940871.22
Carmen de Azeo	181252.29	0.00	135137.52	277466.57	68226.43	275240.32	432985.71	310540.47	426969.36	246073.36	888280.03	611555.40	175527.59	9396.99	431960.68
Chacabuco	141542.51	44847.65	0.00	317079.62	38602.40	214636.36	438554.46	174547.09	445256.58	157760.02	889202.46	586110.55	43237.77	14047.61	511544.21
Ezeo	9302137.13	18946.52	65241.43	0.00	575996.35	11450273.08	34690519.52	3370710.05	54379769.66	631842.62	59402237.46	512253055.35	90262.98	11385.64	17989095.73
Exaltación de la Cruz	4038351.46	29729.18	50685.17	3675561.42	0.00	1855175.14	3537339.47	2890522.64	4043665.12	351860.34	6978015.84	13213129.74	96015.70	10527.60	3530467.03
General Rodríguez	1919767.30	33750.04	79305.16	20561692.55	522055.22	0.00	62493441.14	53238157.19	45046564.63	1555310.77	78145851.21	91479021.83	229664.71	23559.01	27803213.70
Jose C. Paz	2987407.26	23171.26	70718.97	27187423.72	434432.70	27273989.86	0.00	6009770.01	930767620.16	896292.37	165508624.49	33459701.34	122333.43	14548.30	75977435.09
Luján	2423351.00	48545.83	82739.08	7764470.65	1043410.83	29099117.89	17664081.37	0.00	14690549.46	2050966.47	52515423.20	34310577.55	479601.14	29912.39	9002989.44
Malvinas Argentinas	3333895.29	21306.22	66950.88	39740028.66	463078.38	18331984.10	86539612.78	466058.31	0.00	800741.18	67029049.07	14527531.93	106030.41	13174.48	856305506.01
Mercedes	596110.31	59002.98	113983.67	2218704.35	193619.62	3041337.96	4015900.73	3126501.39	3847617.33	0.00	9686437.92	6284594.02	786618.13	140265.01	3547907.06
Moreno	2148344.65	26956.56	81111.40	26399666.67	485977.43	68837519.04	50392448.81	1011927.03	162391516.17	1225940.01	0.00	84358829.39	153778.53	17341.16	68271649.62
Páez	4801020.17	27109.56	78289.32	37791297.84	1344194.30	69222299.78	10550506.54	9669531.06	101738874.67	1161862.00	669299869.05	0.00	151183.28	12964.50	67701411.66
San Andrés de Giles	386614.37	115864.1	86000.93	872557.98	145450.56	1236334.26	1508818.68	2012678.48	1402569.16	2165499.48	3344912.15	2251233.74	0.00	31903.95	1321501.43
Suipacha	86025.43	14248.91	62847.13	247562.80	35871.18	285260.74	403629.62	282350.49	391986.16	868533.88	848419.27	434226.07	71760.89	0.00	566733.86
Tigre	2953926.21	16912.18	60349.65	41276325.03	317217.46	8877453.19	128746710.38	2240952.72	279555557.83	579319.47	88080782.96	59795196.00	78382.55	9670.73	0.00

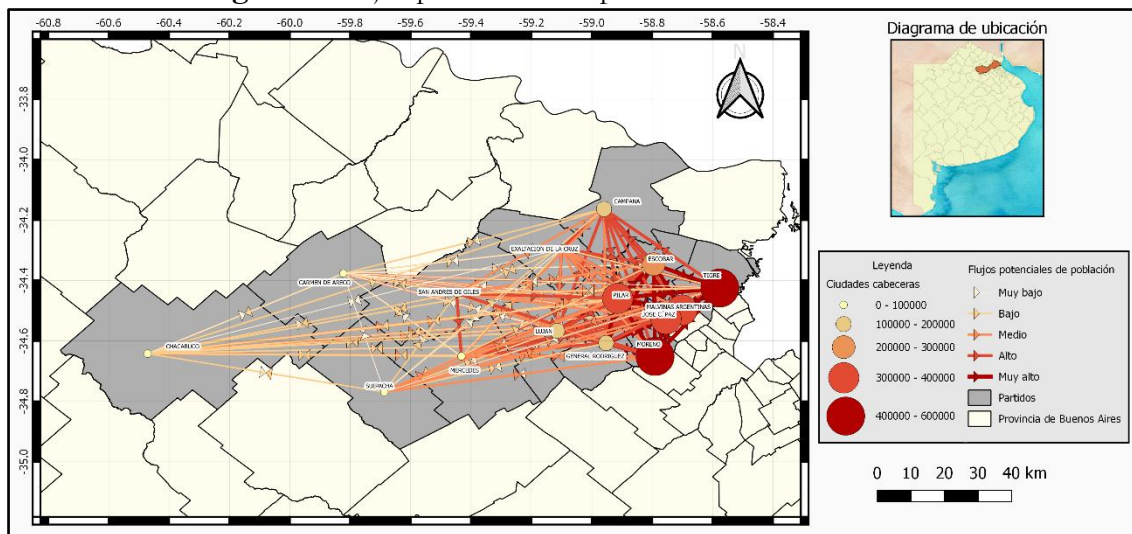
Fuente: elaboración de los autores.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El valor obtenido para el índice beta evidencia una red con niveles relativamente altos de conectividad interna. No obstante, esta complejidad estructural no implica necesariamente una distribución homogénea de la accesibilidad, dado que la infraestructura vial se concentra principalmente en los partidos integrados a la RMBA. Este análisis se complementa con los resultados del índice Gamma, cuyo valor de 0,13, cercano a 0, indica que la red vial de la cuenca se encuentra lejos de alcanzar la configuración de un grafo completo, reflejando la existencia de numerosas conexiones potenciales aun no materializadas.

Los mejores valores de accesibilidad real se registran en los partidos metropolitanos, situación asociada a la mayor densidad de infraestructura vial y a la proximidad entre centros urbanos. Por el contrario, los partidos ubicados en sectores rurales presentan mayores distancias relativas y menores niveles de integración territorial. Esta situación se observa en los resultados del ICC y el IT, donde los partidos extra-metropolitanos, como Carmen de Areco, Chacabuco, San Andrés de Giles y Suipacha, exhiben condiciones menos favorables en términos de accesibilidad respecto de la configuración actual de la red vial.

A partir de la Matriz de Interacciones entre Localidades (Tabla 12), se elaboró la cartografía presentada a continuación (Figura 7), la cual permite visualizar la intensidad de los flujos potenciales de población entre los distintos centros urbanos de la cuenca y reconocer los principales ejes de interacción territorial.

Figura 7. Flujos potenciales de población entre localidades.

Fuente: elaboración de los autores en QGIS.

Los resultados obtenidos permiten reconocer una estructura territorial con una importante influencia de la RMBA. Los partidos metropolitanos de la cuenca - particularmente Moreno, Pilar, Tigre, Malvinas Argentinas y José C. Paz - concentran los mayores niveles de interacción espacial debido a la combinación entre alta densidad poblacional, proximidad territorial y mayor disponibilidad de infraestructura vial.

La intensidad de los flujos potenciales evidencia la existencia de corredores de interacción regional asociados principalmente a las rutas nacionales y autopistas que articulan los sectores metropolitanos de la cuenca con el resto del sistema urbano-regional. En este sentido, la accesibilidad no depende únicamente de la distancia física entre localidades, sino también de la calidad y densidad de las redes de transporte disponibles.

Por el contrario, los partidos localizados en los sectores más alejados de la RMBA, como Suipacha, Carmen de Areco y Chacabuco, presentan menores niveles de interacción potencial y condiciones menos favorables de accesibilidad. Esta situación refleja una estructura territorial desigual, donde la concentración de infraestructura y población en los sectores metropolitanos incrementa las diferencias de integración regional respecto de los espacios predominantemente rurales.

En términos generales, los resultados permiten identificar una configuración espacial centro-periferia dentro de la cuenca del río Luján, caracterizada por mayores niveles de conectividad e interacción en los sectores orientales y metropolitanos y menores niveles de articulación territorial hacia los sectores occidentales de la cuenca.

CONSIDERACIONES FINALES

Las características de accesibilidad y conectividad de la cuenca del río Luján evidencian diferencias territoriales, asociadas a la distribución espacial de la población y de vías de comunicación. Los resultados muestran que los mayores niveles de conectividad y accesibilidad se concentran en los partidos integrados a la RMBA, mientras que los partidos con predominio de áreas rurales registran condiciones menos favorables.

La aplicación de análisis espacial con SIG permitió analizar y representar cartográficamente la distribución de las vías de comunicación terrestres, demostrando las zonas con mayor y menor infraestructura vial, y también, el peso poblacional de cada uno de los partidos de la cuenca, concentrados en las ciudades cabeceras.

Por su parte, el análisis de las distancias reales y las distancias ideales permitió anticipar, de modo cuantitativo, las dificultades que atraviesa el área de estudio. Sin embargo, con el cálculo de flujos potenciales de población, se logró obtener la representación espacial cartográfica de la intensidad y dirección de dichos flujos, brindando una aproximación general a los niveles potenciales de interacción en el área.

Finalmente, el análisis de la interacción espacial permitió comprender el sistema de flujos potenciales de población entre cada una de las ciudades cabeceras de los partidos. Los resultados reflejan una estructura espacial desigual, donde las mayores interacciones se concentran en los sectores con mayor población y mayor infraestructura vial, mientras que los flujos disminuyen en aquellos espacios con menor población y menor conectividad.

La importancia de este trabajo reside en aportar información relevante para la comprensión de las dinámicas espaciales, constituyendo una base para la generación de propuestas orientadas a mejorar las condiciones de integración en los partidos de la cuenca del río Luján.

RECONOCIMIENTO

Agradecemos a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) por el otorgamiento de la Beca de Entrenamiento 2025. Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “*Mapa social y conflictos ambientales de usos del suelo en la cuenca del río Luján (Buenos Aires, Argentina), 2025. Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica*” (DISPCD-CS 99/2024) desarrollado en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján (Directores: Gustavo D. Buzai y Noelia Principi).

BIBLIOGRAFÍA

- ALSINA, C. (2012). *Mapas del metro y redes neuronales*. Villatuerta: EDITEC.
- BERRY, J. K. (1996). The unique character of spatial analysis. *GIS World*, 29–30.
- BUZAI, G. Y BAXENDALE, C. (2012). *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica. Tomo 2. Ordenamiento territorial. Temáticas de base vectorial*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- BUZAI, G., BAXENDALE, C., Y MIEREZ, A. (2003). Accesibilidad e interacción espacial: aportes del análisis espacial cuantitativo para su modelización regional. *Gerencia Ambiental*. 10(95), 360–369.
- CARDOZO, O., GÓMEZ, E. Y PARRAS, M. (2009). Teoría de grafos y sistemas de información geográfica aplicados al transporte público de pasajeros en Resistencia (Argentina). *Revista transporte y territorio*. 1, 89-111.
- CARTER, H. (1983). *El estudio de la geografía urbana*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.

CHRISTALLER, W. (1933). *Die Zentralen Orte in Süddeuschland. Central Places in Southern Germany*. Nueva York: Englewood Cliffs-Prentice Hall.

COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO LUJÁN (COMILU). (s. f.). Información general. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Recuperado el 30 de mayo de 2026, de https://www.gba.gob.ar/comilu/informacion_general

DELGADO MAHECHA, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

INDEC. (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: Resultados definitivos*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

LANZELOTTI, S.L. Y BUZAI, G.D. (2015). *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina*. Luján: Universidad Nacional de Luján, PICT 2014 1388. Informe Técnico.

PRINCIPI, N. (2018). Análisis de interacción espacial a través de cartografía de flujos: partidos de la cuenca del río Luján. *Anuario de la División Geografía*. 12, 172 - 180.

PRINCIPI, N. (2013). *Análisis de la estructura socioespacial regional: Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) al Noroeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)*. Saarbrücken: Editorial Academia Española.

PRINCIPI, N. (2012). Accesibilidad e interacción espacial: cálculos cuantitativos y representación cartográfica regional. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*. 4, 23-38.

PUMAIN, D. Y SAINT-JULIEN, T. (2014). *Análisis espacial. Las interacciones*. Santiago de Chile: Universidad de Concepción.

Recibido: 7 de mayo de 2026 / Aprobado: 10 de junio de 2026 / Publicado: 22 de junio de 2026

© 2026 Los autores



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.