

Análisis de conectividad y accesibilidad de las provincias de Petorca, San Felipe y Los Andes, región de Valparaíso

Ignacio Rojas Rubio¹, Romina Pérez Muñoz², Jaime Cortez Muñoz³

¹Magister en Geografía c/m en Intervención Ambiental y Territorial, Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Sección de Geografía Social, Departamento Disciplinario de Historia, Universidad de Playa Ancha.

²Sección de Geografía Social, Departamento Disciplinario de Historia, Universidad de Playa Ancha

³Sección de Geografía Social, Departamento Disciplinario de Historia, Universidad de Playa Ancha.

E-mail:

irojasru@gmail.com
romina.perez@upla.cl
jaime.cortes@upla.cl

Fecha de recepción: 21.08.2018
Fecha de aceptación: 28.04.2019

RESUMEN

La presente investigación analiza la conectividad y accesibilidad de las provincias de Petorca, San Felipe de Aconcagua y Los Andes, las cuales están en proceso de estudio de factibilidad para constituir la nueva Región de Aconcagua en la zona central de Chile. Para esto, se utilizó la teoría de grafos, considerando como base la red vial del espacio euclidiano que une las cabeceras comunales de las tres provincias mencionadas, con la cual se construye el diagrama de red o espacio topológico. Se utilizaron además diferentes índices de conectividad y accesibilidad para estudiar el grado de integración o segregación de la región en estudio. Los análisis permitieron determinar que la nueva Región presenta malos indicadores de conectividad y accesibilidad.

Palabras clave: Regionalización, Región político-administrativa, Región de Aconcagua, Conectividad y accesibilidad.

Territorial governance of urban security in the city of Natal - Brazil

ABSTRACT

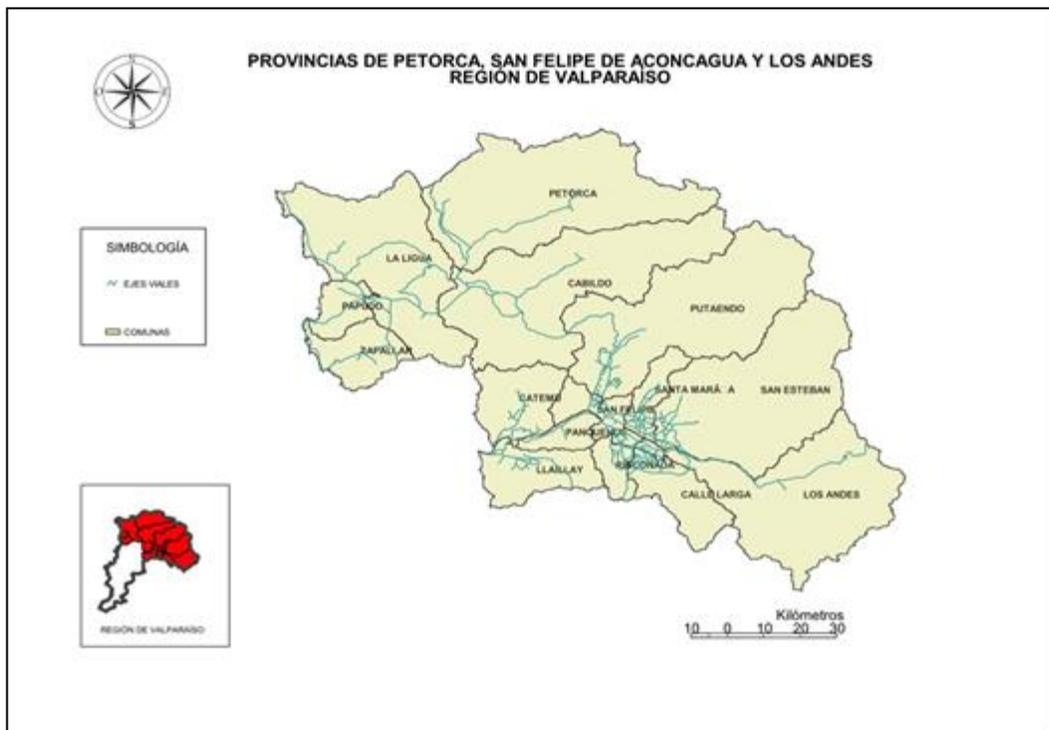
This research analyzes the connectivity and accessibility of the provinces of Petorca, San Felipe de Aconcagua and Los Andes, which are in the process of feasibility study to constitute the new Aconcagua Region in the central zone of Chile. To do this, the theory of graphics was used considering as a basis the network of the Euclidean space that links the communal headers of the three mentioned provinces, with which the network diagram or topological space is constructed. Different connectivity and accessibility indices were also used to study the degree of integration or segregation of the region under study. The analyzes allowed to determine that the new region presents bad indicators of connectivity and accessibility.

Keywords: Regionalization, Political-Administrative Region, Aconcagua Region, Connectivity and Accessibility.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como objetivo analizar la conectividad y accesibilidad de las provincias de Los Andes, Petorca y San Felipe de Aconcagua de la Región de Valparaíso (Mapa 1), desde su dimensión material y en base a sus características de infraestructura vial. La creación de una nueva región político-administrativa considera diferentes dimensiones en su delimitación, lo cual implica analizar su estructura espacial a diferentes escalas y desde diferentes puntos de vista. Para una “región de planificación” ideal, la delimitación se debe realizar considerando unidades geográficas o territoriales que posean cierta uniformidad en términos de problemas de desarrollo (ingreso reducido, alto nivel de desempleo, baja productividad agrícolas, etc.) o en términos de potencial de desarrollo (regiones líderes o polos de crecimiento, localización estratégica para los transportes o comunicaciones, clima atractivo, industrias de elevado crecimiento, etc.) (Gallastegui, 2008), es decir, toda regionalización tiene como principio la homogeneidad de las variables que la delimitan. En tal sentido, todo proceso de creación de nuevas regiones debe apuntar a un desarrollo regional o territorial que posibilite mejorar el nivel de bienestar de las personas, esto es, elevar los niveles de vida, mejorando la educación, la salud y la igualdad de oportunidades, componentes esenciales para el desarrollo económico de cualquier región.

Mapa 1



Para Caballé (2001), toda regionalización implica un proceso paralelo y antagónico de integración y segregación del territorio. Así, el proceso de integración es la identificación de una similitud y homogeneidad interna entre los elementos que componen el territorio en relación con una o más variables seleccionadas, y el proceso de segregación del territorio, es la distinción entre dos espacios o más a partir de las mismas variables. Uno de los factores relevantes que determinan el desarrollo de

una región, y que permite comprender los índices de integración y/o desigualdad de ella, es la infraestructura vial, la cual implica la conexión entre diferentes lugares, permitiendo analizar las distancias entre diferentes polos de una región, estudiar las movilidades, flujos y/o circulación de bienes, servicios y/o población, estudiar la valorización de los lugares de acuerdo a su localización referidas a las estructuras comerciales, entre otras posibilidades.

Para Loyola y Rivas (2014), existen cinco factores que determinan el desarrollo de una región, siendo estos: la infraestructura, la localización, la aglomeración, la estructura de asentamientos y la estructura sectorial de la economía. De lo anterior, consideramos que la infraestructura vial es uno de los factores más importantes e influyentes en el proceso de regionalización y planificación de un espacio, ya que considera aspectos de movilidad, distancia, valorización de los lugares, etc., los cuales pueden influir considerablemente en el funcionamiento social y económico de una región. En tal sentido, el grado de conectividad de una región, teniendo como base la estructura vial, permite comprender su morfología y los grados de interrelación interna, y también la accesibilidad, es decir, los grados de acceso entre lugares. De esta manera, se pueden comprender las funciones estratégicas de los nodos en una red regional, especialmente en lo que refiere a capital social, producción de bienes y servicios, entre otros, lo cual, en geografía, se denomina como estudio de las estructuras territoriales.

El estudio de las estructuras territoriales trata de explicar la organización del espacio, esto es, analizar la superficie terrestre, o una parte de ella, a través del análisis regional. A diferencia de otras acepciones del espacio geográfico, como el territorio, el medio ambiente y el lugar, la región es una creación humana. Como dice Chorley "las regiones son porciones de la superficie terrestre sometidas a un principio de organización y, por lo tanto, [...] son creaciones humanas" (en Higuera, 2003, p. 379). En este plano, el estudio de una región, considerando su conectividad y accesibilidad, parte del principio de que la distribución espacial de los elementos no es de forma aleatoria o al azar, por lo tanto, todo hecho, tanto natural como antrópico, se halla en un lugar concreto, cuya ubicación condiciona varios aspectos de la vida cotidiana del ser humano, pero también condiciona la función, importancia, forma, etc., de otra estructura espacial de igual o de distinta característica al hecho geográfico estudiado. También es importante considerar la dimensión temporal de todo hecho geográfico, ya que siempre existe la posibilidad de cambio o transformación de él, al modificar su forma, su localización, su función o su posición respecto a un sistema, entre otros aspectos.

Una las dimensiones importantes de análisis en los Planes Estratégicos de Desarrollo Regional, es el sistema de conexión y el grado de integración interna y externa de una región. Para ello, en general, se consideran tres elementos: primero, la localización de las principales fuentes productivas de la región que se analiza; segundo, la localización de zonas aisladas y tercero, la conectividad regional en su conjunto (Rozas y Figueroa, 2006). De esta manera, los métodos de análisis regional permiten comprender tanto los grados de accesibilidad de una ciudad como el aislamiento en relación a otras ciudades que componen una red regional o su grado de integración económica. Por otro lado, también es posible conocer los grados de conexión interna de una región con el fin de llevar a cabo un análisis en la integración económica productiva, tanto interna (a nivel país, por ejemplo) como externa (a nivel continental).

Claramente, la posibilidad de creación de nuevas unidades administrativas, como es la Región de Aconcagua, necesita de estudios y análisis profundos de su estructura territorial, especialmente en lo

que se refiere a conectividad y accesibilidad regional, permitiendo así comprender sus limitaciones y fortalezas, y por lo tanto, poder desarrollar estrategias de gestión del territorio de acuerdo a los resultados obtenidos. De forma más específica, es importante mencionar la localización que tiene este lugar para la economía del país y para la Región de Valparaíso en la actualidad, ya que es una zona con alta productividad agrícola y extracción minera, y además presenta una de las mayores circulaciones de personas y de carga por tierra de la zona central de Chile como es la Ruta internacional 60 CH.

Esta investigación aborda el análisis regional en base a la denominada red vial o viaria (redes) y a las cabeceras comunales de las provincias de Los Andes, Petorca y San Felipe de Aconcagua de la Región de Valparaíso (nodos), teniendo presente que una buena conectividad de una región, y una buena y equitativa accesibilidad a los principales centros proveedores de bienes y servicios, permiten, como ya hemos señalado, una mejor calidad de vida de las personas, logrando, en este sentido, un desarrollo territorial que garantiza los derechos políticos y civiles de la población. Por tanto, la pregunta de investigación que guiará nuestro estudio es la siguiente: ¿En qué medida el análisis de conectividad y accesibilidad de un espacio geográfico permite comprender la integración o segregación espacial de una región?

En base a lo anterior, este trabajo presenta una discusión bibliográfica referida a la importancia de la conectividad y la accesibilidad para el proceso de regionalización y el desarrollo regional. Posteriormente, se elabora un mapa topológico de grafos, considerando las cabeceras comunales de las provincias de estudio, con el fin de aplicar enseguida diferentes índices de conectividad y accesibilidad. Se concluye con la interpretación de los resultados obtenidos.

Discusión bibliográfica

En el Primer Seminario sobre la Definición de Regiones para la Planificación del Desarrollo, organizado por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia y celebrado en Canadá en 1967, se propone la definición de región de planificación como un área funcional o nodal, a la que se le aplica un conjunto de políticas de acción para su desarrollo integrado, la cual forma parte de un sistema complejo y completo de regionalización. Este tipo de región programada se encuentra ligada, generalmente, a las regiones administrativas.

Al ser esta una investigación centrada en la cohesión funcional de una región en base a un carácter antrópico, podemos denominar a esta última como región funcional, la cual se define como los espacios de ordenación humana organizados a través de un centro urbano o de servicios y un área de influencia, con claras relaciones de dependencia entre los distintos lugares que los componen. Este tipo de espacios se utilizan como marcos referenciales de regiones políticas y administrativas (Córdova, 2002). Los espacios funcionales son dinámicos y altamente intervenidos por el hombre; predominan en su interior los espacios urbanos como centros dadores de servicio y los espacios rurales como área de influencia de servicio.

Si bien se utilizan en la investigación algunos elementos definidos en las regiones funcionales, estas últimas son vistas en relación a la producción de servicios de las diferentes cabeceras comunales de una región, tanto en su integración como en su red, pero también como espacio funcional central y respecto a su área de influencia. Por lo tanto, se toma en consideración, de la definición de región

funcional, lo referido a la búsqueda de funciones espaciales de los lugares, pero no tan solo en torno a los servicios que entregan, sino que también respecto a la producción de bienes, lo cual permite analizar de forma multidimensional la región, desde una relación integral y coherente a diferentes escalas.

En el Segundo Seminario de Regionalización de las Políticas de Desarrollo en América Latina organizado también por el IPGH y celebrado en Chile en 1969, se definieron los siguientes términos: centro, polo, centro o polo de crecimiento y centro o polo de desarrollo. Uno de los conceptos fundamentales para esta investigación es el de centro nodal el cual ha sido definido de acuerdo a ciertos atributos y condiciones, como lo es, por ejemplo, su relación con alguna actividad económica, que en el caso de la zona de estudio, puede ser la actividad minera; este término se diferencia de un polo, ya que este último se define como el lugar que ha recibido un privilegio y debe tomar una función según una decisión administrativa o política, por ejemplo, una capital regional o provincial (Gallastegui, 2008).

Junto con el concepto de región de planificación se encuentran otros conceptos muy relacionados entre sí. Uno de ellos es el de desarrollo regional, el cual implica el aumento de bienestar de una región, expresado por indicadores como ingreso per cápita, disponibilidad de servicios sociales y sistemas legales y administrativos. Según Johnston y otros (1987), el proceso de desarrollo es el medio que posibilita al hombre alcanzar ciertas condiciones de existencia, como hacer su propia historia en condiciones de libre elección, las que lo llevarían a un conjunto de relaciones fructíferas con la naturaleza, libre de crisis y de explotación. En general, podemos decir que desarrollo es mejorar el nivel de bienestar de las personas. Es elevar los niveles de vida, mejorar la educación y la salud, y la igualdad de oportunidades, siendo estos elementos esenciales en el desarrollo económico de una región.

Es así como se puede decir que el desarrollo regional se entiende como un proceso cualitativamente diferente al denominado crecimiento económico, ya que este último es la capacidad de toda región de producir bienes y servicios, y que si bien depende de ciertos recursos endógenos de la región, muchas veces dependen de recursos exógenos, es decir, no solo nacionales sino que también internacionales. Lamentablemente, el proceso de regionalización, que tiene como objetivo el desarrollo regional, solo toma en consideración la dimensión económica, dejando de lado otros aspectos fundamentales, como las capacidades de la comunidad, que desde el punto de vista del desarrollo regional son vistas como un ente independiente, organizado y activo, cuyos fines son los intereses colectivos y eminentemente sociales y sustentables.

Ahora bien, en cuanto a la investigación realizada, es importante definir también el concepto de red vial o viaria, el cual es uno de los elementos o partes del espacio geográfico regional utilizado o dispuesto para posibilitar su acceso, su recorrido o la intercomunicación de los distintos lugares y asentamientos (Gallastegui, 2008). La expresión red vial está contenida en una categoría más amplia como es la de red de comunicación, la cual está referida también a otros elementos como la red hidráulica, o conducciones entubadas (oleoductos, gasoductos), o por cable (electricidad, telefonía, telegrafía), etc. La red viaria terrestre está formada, a su vez, por componentes diversos como la red de carreteras y la red ferroviaria y las vías de aguas navegables.

Como todos los métodos de análisis espacial, existen innumerables formas de realizar este tipo de

estudios, existiendo importantes geógrafos que han elaborado investigaciones de los sistemas de redes, como K. J. Kinsky, Peter Haggett y Richard Chorley, Marion W. Ward, José Estébanez y John P. Cole, este último aplicado a la educación, destacando el trabajo de Jorge Blanco (2007) «La geografía de las redes». Dos son las investigaciones de referencia en aspectos metodológicos que han estudiado la conectividad y accesibilidad; la primera es de Osvaldo Cardozo, Érica Gómez y Miguel Parras denominada «Teoría de grafos y sistemas de información geográfica aplicados al transporte público de pasajeros en Resistencia (Argentina)», realizada en 2009, y la segunda es la realizada por Christian Loyola y Juan Rivas, «Accesibilidad a los centros poblados en el Valle del Itata, Provincia de Ñuble, Chile», de 2014. En ambas se desarrolla la metodología de conectividad y accesibilidad desde un enfoque regional, existiendo una mayor articulación de los datos con la política pública y los aportes al desarrollo disciplinar.

Es interesante cómo se han aplicado diferentes técnicas para calcular la accesibilidad espacial al área de la salud, en la que se han utilizado indicadores con otros algoritmos de cálculo –por ejemplo, Joseph y Bantock, 1982; Luo y Qi, 2009; Luo y Wang, 2003; Wei, 2013–, siendo estos: Gravity-based accessibility models (Hanson y Giuliano, 2004), Spatial decomposition method (Radke y Mu, 2000) y Two-step floating catchment area (2SFCA) (Luo y Wang, 2003), entre otros.

En la mayoría de las investigaciones que realizan análisis de las estructuras territoriales, la escala de análisis considerada para el estudio de la conectividad y accesibilidad es “fija”, es decir, se considera solo una dimensionalidad y un tamaño, sin considerar los diferentes niveles de resolución escalar, pasando de lo micro a lo macro geográfico, por lo tanto, existiendo dificultades en los niveles de detalle y aplicabilidad respecto a la magnitud e implicancias de las investigaciones. Por otra parte, es importante considerar que este tipo de trabajos solo considera una dimensión de análisis de una región, simplificando así una realidad que es compleja.

METODOLOGÍA

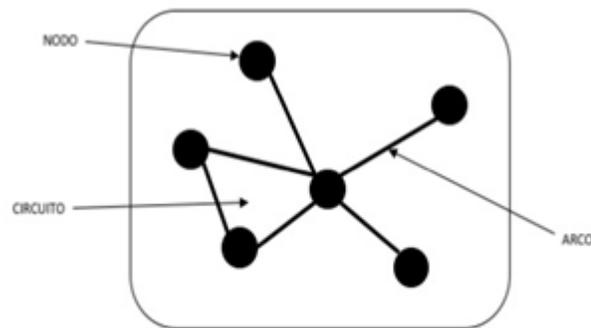
Los métodos más utilizados en geografía son los referidos al análisis regional, que es uno de los principios metodológicos fundamentales en la disciplina y que será la base de la presente investigación. La utilización del método regional, desde una dimensión cuantitativa, faculta que la investigación se desarrolle, por parte del investigador, de forma autónoma, lo que posibilita trabajar con múltiples dimensiones de un mismo fenómeno espacial y con una gran cantidad de datos. Este enfoque nos permite comprender los hechos o fenómenos geográficos vinculados entre sí y no de forma aislada, especialmente para su comprensión causa-efecto. En tal sentido, el análisis de una red de comunicaciones se realiza utilizando diferentes métodos regionales, siendo los de conectividad y accesibilidad los que emplearemos en este trabajo en base a la Teoría Gráfica o de Grafos.

La Teoría Gráfica o de Grafos es un método simplificador mediante el cual es posible analizar las propiedades básicas de las redes y establecer comparaciones entre unas y otras. Es un método matemático que investiga las propiedades de los denominados diagramas topológicos simples, llamados grafos, los cuales identifican los lugares y las vías de comunicación entre ellos. De una representación cartográfica convencional se saca información esencial para representarla en forma topológica (Gallastegui, 2008). Joan Vilà Valentí (1983) dice que una red (carreteras, ferrocarriles, líneas aéreas, etc.) se reduce a su más simple expresión, transformándola en un sistema de grafos, el que puede ser analizado a través de un conjunto de índices y medidas topológicas. Algunos conceptos

importantes de presentar, para comprender la dimensión metodológica (ver Gráfica 1), son los siguientes:

- a) *Nodos: son puntos que presentan núcleos urbanos o interseccionales de caminos o vías. No tienen dimensión. En un sistema regional corresponden a un lugar, como una ciudad.*
- b) *Arcos o rutas: son líneas que unen dos nodos, corresponden a rutas de transporte. Cada línea o conexión entre dos nodos en un grafo, corresponde a un arco. En geografía puede ser una carretera o un río tributario, entre su fuente y unión con otro río.*
- c) *La gobernanza Circuito: es un tramo que comienza y termina en un mismo nodo, formando un espacio que se denomina región.*

Gráfica 1: Espacio Topológico



Dos de los índices que permiten medir la intensidad de la interacción territorial son los de conectividad y accesibilidad (Higueras, 2003). Se define la conectividad como el grado de interconexión de los nodos de una red por sus arcos, pudiéndose decir que a mayor cantidad de arcos y mayor cantidad de circuitos que tenga una red en relación a un número dado de nodos, será mayor su conectividad. Por accesibilidad se entiende la oportunidad relativa de interacción y contacto, es decir, la posibilidad de conectar un lugar con otro. La accesibilidad es una cualidad espacial de la cual dependen la circulación e intercambio de bienes y servicios (Gallastegui, 2008). Para el caso particular de la investigación, los índices de conectividad y accesibilidad se trabajarán en dos etapas: la primera es la descripción y la segunda corresponde al análisis, lo cual se especifica a continuación:

1. Etapa descriptiva:

- a) En primera parte se describirán las provincias y comunas que serán consideradas en el estudio, y se identificarán los principales centros urbanos (como centros políticos-administrativos, económicos, etc.) y su radio de acción o área de influencia, ambos como parte de un espacio jerarquizado. Para ello se utilizará el criterio "político-administrativo", donde los centros urbanos (nodos) serán las cabeceras comunales de cada provincia y el área de influencia corresponderá a las comunas pertenecientes a cada provincia que no son parte del grupo anterior.

Para el análisis cartográfico, las comunas serán consideradas como variable puntual, donde su localización en la red se calculará en el centro superficial de cada una de ellas.

- b) Una segunda parte tiene relación con la descripción de la red vial o viaria que conecta a las

comunas de la región estudiada. En este sentido, la infraestructura de transporte terrestre, de la cual se excluye la red de transporte de ferrocarril, considerará los siguientes criterios de exclusión para su utilización en la red:

- Se excluye la infraestructura de transporte terrestre ferroviaria.
- Se excluye la red vial no pavimentada.
- Se excluyen aquellas vías de transporte que no conecten a las comunas.
- Se excluyen los cruces o intersecciones entre las redes viales, ya que pueden ser confundidas como nodos.

La red será una red ficticia (Bosque y Moreno, 2011) formada por la distancia lineal entre cada par de nodos, la cual tomará como base para su construcción la red real representada por el sistema de carreteras y caminos.

2. Etapa de análisis:

- a) Índices de conectividad: se entenderá por conectividad el grado de conexión interna de toda una red, o sea, el grado en que se conectan los lugares entre sí. En otras palabras, se puede decir que es la cualidad de un lugar o un territorio para ser accesible y relacionarse con otros a través de los diversos medios de transporte. Así, se puede decir si una red, en su conjunto de nodos, presenta buena o mala conexión. Las medidas o índices que se utilizan para evaluar una red consideran el máximo de arcos posibles que tenga una red en relación a un número dado de nodos. Algunas de las medidas que se utilizarán para el análisis (Gallastegui, 2008) son las siguientes:

- El número de nodos:

$$n$$

- El número de arcos:

$$a$$

- El índice Beta (β): es el cociente que resulta de dividir el número de arcos entre el número de nodos. Nos indica el grado o nivel de conexión que tiene la red; mientras mayor es el número de arcos y circuitos, mayor será el grado de conexión. Con los resultados del índice, se pueden obtener tres situaciones: si el índice es menor de uno significa que es una red simple o de árbol; si el índice es igual a uno significa que es una red con un circuito; y si el índice es mayor de uno significa que es una red compleja.

$$\beta = \frac{a}{n}$$

- El número cicломático: es el que indica el número de circuitos existentes en una red. Para su determinación, se parte del principio de que en una red árbol, cualquier arco que se agregue, supondrá la formación de un nuevo circuito. Su expresión es:

$$a - (n - 1)$$

- El índice del número máximo de arcos posibles de trazar en una red:

$$n \frac{n - 1}{2}$$

- El índice del número máximo de circuitos posibles de trazar en una red:

$$2n - 5$$

- El índice Gamma (γ): es el que ofrece la relación entre el número de arcos que tiene una red y el máximo posible de trazar. Se expresa en porcentaje y su expresión es:

$$\frac{a}{n \left(\frac{n - 1}{2} \right)} 100$$

- El índice Alfa (α): es el que resulta de dividir el número de circuitos existentes en una red entre el máximo de circuitos posibles de trazar en ella. Se presenta en porcentaje y su expresión es:

$$\frac{a - (n - 1)}{2n - 5} 100$$

- b) Índices de accesibilidad: una de las formas de analizar un grafo es a través de la denominada matriz de accesibilidad binaria (Anexo 1), en la que cada fila y cada columna representan un nodo y la entrada de 1 o 0 representa la presencia o ausencia de una conexión directa con un arco. Con este tipo de matriz se extraerán varios índices, siendo éstos:

- El índice de número asociado: también se le denomina número de Köning y corresponde a la distancia topológica de un nodo al nodo más alejado de él.
- El índice de Shimbél: el cual se obtiene sumando el número de arcos que separa cada nodo de todos los demás por el tramo más corto; en otras palabras, corresponde a la suma de una fila o una columna de la matriz. Así, cada nodo tendrá su índice, cuya expresión es:

$$\sum dx_y$$

Para el análisis de la accesibilidad se determinarán tres clases: buena, regular o mala accesibilidad. Se tiene presente que en ambos índices hay una relación inversa con el grado de accesibilidad, es decir, a mayor resultado del índice peor la accesibilidad.

Ambos métodos presentan varias limitaciones, siendo una de las más importantes la abstracción e idealización de la realidad. Al ser el análisis de tipo topológico, se pierden algunos elementos que serían importantes de analizar desde una concepción euclidiana del espacio, por ejemplo, lo relacionado a distancias, tiempos de viaje, flujos de tráfico, número de movilidad de personas o jerarquización de la infraestructura vial de acuerdo a los criterios antes señalados, por mencionar algunos. También es relevante mencionar que, al considerar el espacio como isotrópico, se pierden las

características físico-naturales que pueden afectar a la red vial, por ejemplo, lo relacionado con la altitud, lo cual podría modificar las distancias lineales que se han establecido en esta investigación.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

De acuerdo a los datos del Censo 2017, las tres provincias que formarían parte de la nueva región tienen una población de 343.619 habitantes, de los cuales 259.587 viven en áreas urbanas, lo que da un porcentaje de un 75,54% de población urbana, valor inferior al 91% de población urbana de la actual Región de Valparaíso y también inferior al 87,8 % del país.

Los datos desagregados por provincia son los siguientes:

Tabla 1: Población urbana por provincias. Elaboración de acuerdo al Censo 2017.

Provincia	Población urbana	Total población	Porcentaje población urbana
Petorca	52.712	78.299	66,63%
San Felipe de Aconcagua	115.730	154.718	74,80%
Los Andes	91.145	110.602	82,40%

Por comunas, la población rural y sus porcentajes se especifican a continuación:

Tabla 2: Población urbana por comunas. Elaboración de acuerdo al Censo 2017.

Provincia	Comuna	Población urbana	Total población	Porcentaje población urbana
Petorca	La Ligua	26.009	35.390	73,49%
	Cabildo	12.173	19.388	62,78%
	Papudo	5.414	6.356	85,17%
	Petorca	4.103	9.826	41,75%
	Zapallar	5.013	7.339	68,30%
San Felipe de Aconcagua	San Felipe	69.617	76.844	90,59%
	Catemu	7.813	13.998	55,81%
	Llay Llay	17.972	24.608	73,03%
	Panquehue	3.806	7.273	52,33%
	Putendo	6.734	16.754	40,19%
	Santa María	9.788	15.241	64,22%
Los Andes	Los Andes	61.017	66.708	91,46%
	Calle Larga	10.691	14.832	72,08%
	Rinconada	8.065	10.207	79,01%
	San Esteban	11.372	18.855	60,31%

Se puede observar que las comunas con los porcentajes más elevados de población urbana se corresponden a las comunas con mayor cantidad de habitantes, y por lo mismo aquellas que disponen de una mayor oferta de servicios públicos y privados. Por el contrario, las comunas con menor número de habitantes son las que presentan los menores niveles de población urbana.

La red topológica considera a las cabeceras comunales de cada provincia, a las cuales se les asigna

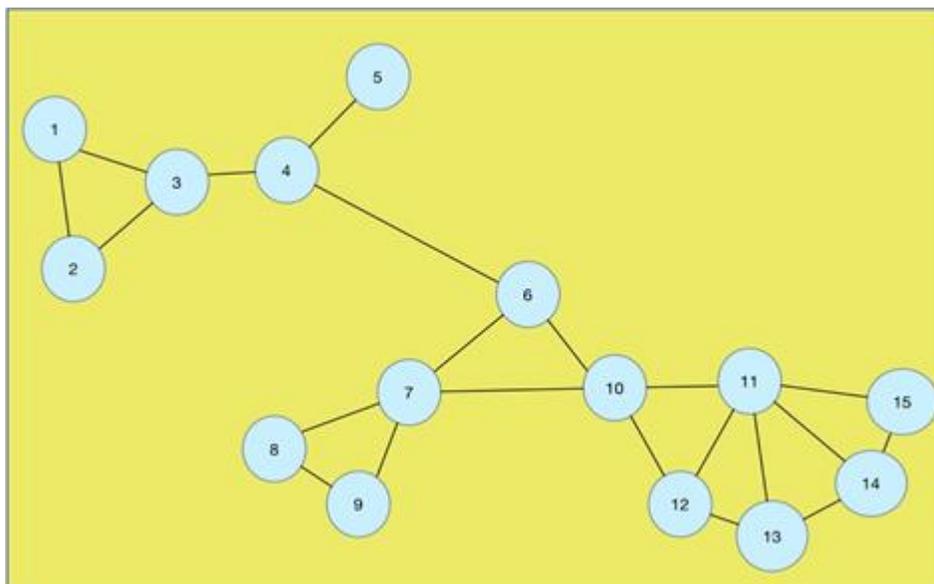
una numeración para facilitar los cálculos de accesibilidad en la matriz binaria, que se resume a continuación:

Tabla 3: Cabeceras comunales y asignación numérica no jerarquizada

Provincias	Cabeceras comunales	Numeración
Petorca	Papudo	1
	Zapallar	2
	La Ligua	3
	Cabildo	4
	Petorca	5
San Felipe de Aconcagua	Putendo	6
	Panquehue	7
	Catemu	8
	Llay Llay	9
	San Felipe	10
	Santa María	11
Los Andes	Rinconada	12
	Calle Larga	13
	Los Andes	14
	San Esteban	15

Lo cual queda representado gráficamente en la Red topológica:

Gráfica 2: Red topológica de cabeceras comunales de las provincias de San Felipe de Aconcagua, Petorca y Los Andes, Región de Valparaíso



a) Conectividad

El número de nodos de la red es $n=15$ y el número de arcos es $a=21$. El índice Beta (β) da como resultado $=1,4$ lo cual significa que la red es compleja, es decir, tiene más de un circuito. Respecto al resultado anterior, el número ciclomático $=7$ indica el número de circuitos existentes en la red. El índice de número máximo de arcos posibles de trazar en una red $=105$ y el índice número máximo de circuitos posibles de trazar en una red $=25$. Respecto a los índices Gamma (γ) y Alfa (α), nos da como resultado el primero $=20\%$, y el segundo $=28\%$.

Respecto a los resultados, se puede analizar la red de acuerdo a si tiene buena conexión si supera el 50% y como red mal conectada si no supera este porcentaje. Así, la red tiene una mala conectividad, al tener un 20% en el índice Gamma y un 28% en la índice Beta.

b) Accesibilidad (Anexo 1)

El indicador de número asociado (Köning) da como resultado que la ciudad de Papudo ($=6$) tiene la peor accesibilidad, seguida por la ciudad de Zapallar ($=5$). Con una accesibilidad regular se encuentran las ciudades de La Ligua, Catemu, Llay Llay, Calle Larga, Los Andes y San Esteban ($=4$) y Cabildo, Panquehue y Petorca con un índice más bajo, pero manteniendo una accesibilidad regular ($=3$). Por último, las ciudades que presentan una buena accesibilidad, en un primer grupo, están Putaendo, San Felipe y Rinconada ($=2$) y con la mejor accesibilidad, y con un valor único, se destaca Santa María ($=1$). De acuerdo a los resultados obtenidos, se resumen los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 4

Ciudades	Índice asociado	Clases de accesibilidad
Santa María	1	Buena
San Felipe	2	
Rinconada	2	
Putaendo	2	Regular
Cabildo	3	
Petorca	3	
Panquehue	3	
La Ligua	4	
Catemu	4	
Llay Llay	4	
Calle Larga	4	
Los Andes	4	
San Esteban	4	
Zapallar	5	Mala
Papudo	6	

Por último, el índice de Shimbél, que ofrece resultados más precisos y fiables, ya que sirve para discriminar los nodos que presentan igual número asociado, presenta los siguientes resultados, los cuales se exponen en la siguiente tabla, en la cual las ciudades se ordenan jerárquicamente en orden descendente, de aquellas que poseen una peor accesibilidad hasta las de mejor accesibilidad:

Tabla 5

Ciudades	Índice de Shimbel
Putando	30
San Felipe	30
Panquehue	34
Cabildo	34
Santa María	36
Rinconada	38
La Ligua	44
Catemu	45
Llay Llay	46
Calle Larga	47
Los Andes	48
San Esteban	48
Petorca	48
Zapallar	56
Papudo	57

De la Tabla 5 se puede inferir que las ciudades de San Felipe y Putando tienen una buena accesibilidad, existiendo una diferencia de 4 puntos con las ciudades de Panquehue y Cabildo, las cuales también se podrían clasificar dentro de este rango. Con accesibilidad regular se encuentran las ciudades de Santa María, Rinconada, La Ligua, Catemu, Llay Llay, Calle Larga, Los Andes, San Esteban y Petorca, cuyo índice varía entre 36 y 48. Por último, las ciudades de Zapallar y Papudo presentan un índice muy alto, 56 y 57 respectivamente, lo cual las sitúa como las ciudades con peor accesibilidad dentro de la red vial.

Comparando los resultados de ambos índices, se puede observar que las ciudades de San Felipe y Putando aparecen con una buena accesibilidad. Cabildo, se sitúa en un rango de accesibilidad regular, lo cual es un patrón común en ambos índices. Zapallar y Papudo, aparecen en ambos índices como ciudades que tienen una mala accesibilidad. El resto de las ciudades se mantienen dentro de los parámetros de accesibilidad regular, no existiendo muchas diferencias en los resultados entregados luego de la aplicación de los índices. Como último aspecto, es importante mencionar la distorsión con la ciudad de Santa María, la cual en el índice asociado aparece con un índice único de buena accesibilidad, contrariamente a lo que resulta con el índice de Shimbel, en el cual aparece con una accesibilidad regular. Al ser este último índice el que tiene una mayor precisión en los resultados, es que la ciudad de Santa María se considerará como una ciudad con accesibilidad regular.

CONCLUSIONES

Como se menciona en el apartado metodológico, toda unidad territorial tiene entre sus principales características el poseer una red, que en su conjunto de nodos determinará si presenta buenos o malos indicadores de conexión. Ahora bien, cuanto más activo es un sistema territorial, mayores y más intensas serán las relaciones entre los distintos elementos que la conforman, y por lo mismo más densas y capaces serán las redes que asegurarán la conexión y los flujos que corren por ellas (Higuera, 2003). En este sentido, determinar los índices de conectividad puede servir para comprender el escaso desarrollo de algunas regiones, debido a la escases o carencia de

infraestructura vial o redes que enlacen entre sí los lugares que forman parte del sistema territorial.

Es interesante destacar que la red vial de las provincias de Los Andes, Petorca y San Felipe de Aconcagua contiene una de las rutas más importantes de Chile, la Ruta 60 CH, la cual forma parte de un sistema de vías concesionadas que conectan el puerto de Valparaíso, ubicado en la costa del Pacífico y el puerto de Buenos Aires, ubicado en la costa del Atlántico. La concesión de la ruta la posee el grupo italiano Abertis bajo el nombre "Autopista Los Andes S.A." y presenta tres tramos de alto estándar constructivo que además conectan en forma directa con la Ruta 5, que une, en sentido longitudinal, al país de norte a sur pasando por la ciudad de Santiago.

Es por tanto la Ruta 60 CH una ruta de jerarquía nacional por ser parte de un tramo de la Ruta 5 que conecta a todo el país, y es además una ruta de jerarquía internacional por conectar en el Túnel Internacional Cristo Redentor de forma directa con la Ruta 7 de Argentina que termina en la ciudad de Buenos Aires, siendo por tanto parte de uno de los ejes de integración económicos claves del Mercosur. Contar con este tipo de vías no tan solo permite el desarrollo de la economía, sino que también la disminución de los tiempos de desplazamiento entre una comuna y otra, al tener una importante inversión en infraestructura y equipamiento.

Sin embargo, el análisis de conectividad aplicado en el presente trabajo no considera la jerarquía de las redes viales, por lo tanto, a pesar de tan importante ruta en la Región, los resultados permitirían afirmar que no existe una adecuada conectividad en un hipotético y futuro sistema regional "Petorca-Aconcagua", lo cual podría afectar de forma importante no solo las posibilidades de desarrollo de la región sino también el posicionamiento estratégico de la zona respecto de la misma ruta internacional CH-60. De lo anterior se pueden plantear dos elementos de análisis:

- a) El desarrollo potencial competitivo y económico de una región está dado por el grado de conectividad interna que esta posee, para aprovechar, de esta manera, las ventajas económico-productivas. En el caso de la Región de estudio, al tener una mala conectividad, estas ventajas no son bien aprovechadas, lo que afecta a la economía local y las posibilidades de desarrollo.
- b) La conectividad entre las diferentes zonas productivas de una región se ve afectada de forma considerable al no tener una conectividad adecuada, por ejemplo, con la distribución y fluidez de los bienes o la conectividad entre diferentes lugares productores de servicios, lo que se aplicaría en el caso de la Región de estudio.

Por otra parte, la relación entre conectividad y escala es importante en este tipo de investigaciones, ya que estudiar las ciudades a una misma escala no permite comprender la especialización e importancia de los lugares, es decir, se pierde la capacidad de realizar análisis de los lugares a microescala. En tal sentido, se pueden introducir discusiones en torno a la identidad regional y la relación con la conectividad, lo cual ha sido planteado en la Estrategia Regional de Desarrollo 2020 de la Región de Valparaíso:

Un elemento unificador de esta compleja estructura territorial [de la Región de Valparaíso] es el sistema de conectividad vial existente. Una red de caminos y carreteras que se vinculan con sus entornos, y se identifican con sus paisajes. Cada ruta tiene sus particularidades en cuanto a sus cualidades espaciales, en sus extensiones, horizontes, lejanías y cercanías, que constituyen un patrimonio. (Gobierno Regional, 2012, p. 52)

Respecto a la accesibilidad, son interesantes los resultados que nos entrega la tabla binaria, ya que, si bien las tres provincias estudiadas concentran la mayor parte de los sistemas de riego y la actividad agrícola en la Región de Valparaíso, un análisis más profundo revela importantes desequilibrios que juegan en contra de la Región de estudio. De esta manera, se puede realizar un análisis comparado de accesibilidad respecto a la red vial de las provincias de la Región de Valparaíso que no son trabajadas en esta investigación, permitiendo conocer las jerarquías existentes y su relación con la actividad económica productiva más importante de cada lugar, para así lograr comprender los grados de concentración en la Región de estudio.

De lo anterior se puede observar una importante concentración. De acuerdo al Censo 2017, de los 1.815.902 habitantes de la Región de Valparaíso, 1.472.283 viven en la zona centro sur, la cual se corresponde con las provincias y comunas con mayor número de habitantes y que además concentran la mayor parte de las rutas. Por otro lado, toda la parte norte de la Región presenta muy bajos índices de accesibilidad, y por lo tanto, expresa importantes grados de segregación en las comunas y ciudades que se localizan en estas coordenadas, exhibiendo también una menor cantidad de habitantes, 343.619 según el último censo.

Es importante destacar además el aislamiento de la zona norte de la Región de estudio, que es donde se encuentran las localidades que tienen acceso costero y que, a pesar de una baja población, presentan un importante flujo de personas los fines de semana y en el período estival. Estas comunas poseen una interesante oferta de servicios turísticos, pero sin embargo tienen mala conectividad con las provincias localizadas en la cuenca del Aconcagua. Mucho más comprometida, de todos modos, puede parecer la situación de las comunas interiores de los valles de Petorca y La Ligua, sobre todo con las comunidades rurales, donde la población se presenta de manera dispersa y alejada de los principales centros urbanos.

Así, los desequilibrios territoriales que existen al interior de la Región de Valparaíso también se replicarían en la nueva Región, donde algunas comunas del Valle del Aconcagua, como las de San Felipe o Los Andes, presentarían las zonas con mejores condiciones de accesibilidad y conectividad y la mayor concentración de población y actividades, siendo además el sector donde presumiblemente estaría localizada la sede del Gobierno regional, lo que podría ser en la provincia de San Felipe de Aconcagua o en la provincia de Los Andes.

Las malas condiciones de conectividad y accesibilidad, por tanto, no solo pueden ser indicadoras de limitantes para el desarrollo armónico del territorio, sino que además podrían generar futuras tensiones al interior de la nueva Región de Aconcagua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, J. (2007). La geografía de las redes. En: M. V. Fernández (Coord.), Geografía y territorios en transformación. Nuevos temas para pensar la enseñanza (pp. 39-66). Buenos Aires: Noveduc.
- Bosque, J. y Moreno A. (Coords.). (2011). Sistema de información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos. (2ª ed.). Madrid: Ra-Ma.
- Caballé, A. (2001). Geografía Local. En: M. Pallarès y A. Tullà (Coords.), Geografía regional. [Col·lecció Manuals Vol. 48]. Barcelona: Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.
- 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). Transporte y Territorio, (1), 89-111.

- Córdova, H. (2002). *Naturaleza y sociedad: una introducción a la geografía*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gallastegui, J. (2008). *Elementos teóricos y metodológicos para el estudio regional*. Valparaíso: Facultad de Humanidades, Universidad de Playa Ancha.
- Gobierno Regional Región de Valparaíso (2012). *Estrategia Regional de Desarrollo, Región de Valparaíso 2020. Una región diversa*. Recuperado de <http://www.gorevalparaiso.cl/archivos/archivoDocumento/estrategia-regional2012.pdf>
- Higuera, A. (2003). *Teoría y método de la geografía. Introducción al análisis geográfico regional*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [INE]. (2018). *Resultados Censo 2017*. Recuperado de <http://resultados.censo2017.cl/>
- Johnston R. J., Gregory D. y Smith D. M. (1987) *Diccionario de Geografía Humana*. Madrid: Alianza Diccionarios Series, Alianza Editorial, S. A.
- Joseph, A. y Bantock, P. (1982). *Measuring Potential Physical Accessibility to General Practitioners in Rural Areas: A Method and Case Study*. *Social Science & Medicine*, 16(1), 85-90.
- Loyola, C. y Rivas, J. (2014). *Accesibilidad a los centros poblados en el Valle del Itata, Provincia de Ñuble, Chile*. *Polígonos. Revista de Geografía*, (26), 255-276.
- Luo, W. y Qi, Y. (2009). *An Enhanced Two-Step Floating Catchment Area (E2SFCA) Method for Measuring Spatial Accessibility to Primary Care Physicians*. *Health & Place*, 15(4), 1100-1107.
- Luo, W. y Wang, F. (2003). *Measures of Spatial Accessibility to Health Care in a GIS Environment: Synthesis and a Case Study in the Chicago Region*. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(6), 865-884.
- Rozas, P. y Figueroa, O. (2006). *Conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: análisis de experiencias internacionales*. Vol. I. [Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 113]. Santiago: Naciones Unidas, Cepal. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6314/1/S0600566_es.pdf
- Vilà Valentí, J. (1983). *Introducción al estudio teórico de la geografía*. Barcelona: Ariel.
- Wei, Z. (2013). *A Study of Accessibility to Health Facilities for Elderly Population in Metro Atlanta Using a Categorical Multi-Step Floating Catchment Area Method*. (Tesis de maestría). Universidad de Georgia, Athens. Recuperado de <https://athenaeum.libs.uga.edu/handle/10724/28942>

Anexo 1: Tabla binaria de accesibilidad: Provincias de Petorca, Los Andes y San Felipe de Aconcagua, Región de Valparaíso.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	KÖNING	SHIMBEL
1		1	1	2	3	3	4	5	6	4	5	5	6	6	6	6	57
2	1		1	2	3	3	4	5	5	4	5	5	6	6	6	5	56
3	1	1		1	2	2	3	4	4	3	4	4	5	5	5	4	44
4	2	2	1		1	1	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	34
5	3	3	2	1		2	3	4	4	3	4	4	5	5	5	3	48
6	3	3	2	1	2		1	2	2	1	2	2	3	3	3	2	30
7	4	4	3	2	3	1		1	1	1	2	2	3	4	3	3	34
8	5	5	4	3	4	2	1		1	2	3	3	4	4	4	4	45
9	6	5	4	3	4	2	1	1		2	3	3	4	4	4	4	46
10	4	4	3	2	3	1	1	2	2		1	1	2	2	2	2	30
11	5	5	4	3	4	2	2	3	3	1		1	1	1	1	1	36
12	5	5	4	3	4	2	2	3	3	1	1		1	2	2	2	38
13	6	6	5	4	5	3	3	4	4	2	1	1		1	2	4	47
14	6	6	5	4	5	3	4	4	4	2	1	2	1		1	4	48
15	6	6	5	4	5	3	3	4	4	2	1	2	2	1		4	48