

REGRESIÓN GEOGRÁFICAMENTE PONDERADA PARA LA  
MODELACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD A LA RED  
HOSPITALARIA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE  
CONCEPCIÓN

**Marcela Martínez Bascuñán\* y Carolina Rojas Quezada \*\***

\* Centro de Desarrollo Sustentable CEDEUS, Concepción. Chile. (mamartinezb@udec.cl)

\*\* Departamento de Geografía, Centro de Desarrollo Sustentable CEDEUS, Concepción. Chile (crojasq@udec.cl)

## RESUMEN

Los modelos de accesibilidad en geografía del transporte han demostrado ser un método eficaz para la determinación de desigualdades espaciales asociadas a la salud pública. Este trabajo tiene por objetivo modelar la accesibilidad espacial desde los asentamientos poblados del Área Metropolitana de Concepción (AMC) a su red hospitalaria pública, con la finalidad de identificar desequilibrios socio-territoriales. Se propone el uso de la regresión geográficamente ponderada (GWR) para la modelación con variables socioeconómicas y de transporte.

Los resultados permitieron identificar las zonas más desfavorecidas en el acceso espacial al equipamiento hospitalario, donde además la aplicación del modelo local GWR permitió mejorar los ajustes y conocer la distribución espacial, tanto de los coeficientes de las variables explicativas, como en la significación local del modelo. De esta forma, los estudios de accesibilidad tienen un enorme potencial para contribuir en el desarrollo de políticas públicas de salud y transporte para lograr equidad.

**Palabras clave:** Accesibilidad, equidad espacial, equipamiento hospitalario, regresión geográficamente ponderada.

## ABSTRACT

The accessibility models in transport geography have proven to be an effective method in order to determining spatial inequalities associated with public health. This work aims to model the spatial accessibility from the populated locations of metropolitan areas of Concepción (AMC) to its public hospital network, to identify socio-regional inequities. The use of geographically weighted regression (GWR) for modeling with socioeconomic and variable transport is proposed.

The results allowed to identify the most deprived areas in the spatial access to hospital equipment, which also implementing local GWR model helped improve the settings and know the spatial distribution of both the coefficients of the explanatory variables, and the local significance of the model. Thus, accessibility studies have enormous potential to contribute to the development of public health and transport policies to achieve equity.

**Key words:** Accessibility, spatial equity, hospital facility, geographically weighted regression.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han desarrollado numerosos estudios apoyados en el uso de herramientas SIG para evaluar la incidencia de la accesibilidad en los desequilibrios territoriales de determinados núcleos, principalmente asociados a aspectos relevantes como la salud pública, ofreciendo además importantes posibilidades para evaluar la distribución espacial de la oferta de los equipamientos hospitalarios y de atención primaria (Ramírez & Bosque Sendra, 2001; Schuurman *et al.*, 2006; Sasaki *et al.*, 2010; Buzai, 2011), pudiéndose identificar áreas razonablemente servidas y/o marginadas, y los grupos socio-espaciales beneficiados y/o desfavorecidos en cuanto a su accesibilidad (Fuenzalida, 2010).

En este contexto los estudios geográficos desarrollados en Latinoamérica desde un enfoque espacial y automatizado, en general aplicados a la planificación, localización y gestión territorial de los servicios sanitarios, han tenido como objetivo evaluar cómo se garantiza un acceso equitativo de la población a las prestaciones de acuerdo a un área de cobertura de la atención primaria como especializada en un sistema de salud, cuya expresión espacial por tanto implica al mismo tiempo una distribución geográfica equitativa de los centros que prestan servicios de salud a la población, pero en escasas ocasiones se ha considerado el sistema de transporte que finalmente posibilita la movilidad a la población. Sin embargo, estos pueden presentar variaciones en los niveles de accesibilidad, en este sentido Dewulf *et al.* (2013) evalúa resultados en diferentes métodos SIG, cuya deficiencia es que estos finalmente no capturan las variaciones espaciales locales, sin embargo si se considera como indicador de accesibilidad a las oportunidades acumuladas potenciales de la población, es relevante incluir el patrón de viajes y las características sociodemográficas de la población (Páez., *et al.*, 2010).

En el Área Metropolitana de Concepción (AMC), existen 228 localidades (30 urbanas y 198 rurales) distribuidas en las distintas comunas que la componen, con altas densidades de población en algunas localidades desprovistas de hospitales y centros de atención primaria. Muchas de estas localidades presentan altos índices de ruralidad y una infraestructura vial deficiente, que impiden una adecuada conectividad a las áreas urbanas, donde se localizan dichos equipamientos de salud. Considerando estos aspectos, sumado a las características socioeconómicas y circunstancias materiales de la población tratada en hospitales públicos, se considera relevante la modelación de la accesibilidad a estos equipamientos en el AMC, para la

determinación de las desigualdades existentes en el territorio, y así aportar en la búsqueda de alternativas que las solucionen.

De esta forma, el objetivo de este trabajo es modelar la accesibilidad espacial desde los asentamientos poblados urbanos y rurales del AMC a la red hospitalaria de salud pública, considerando la red de transporte como eje fundamental que posibilita la accesibilidad de las localidades y las variaciones espaciales con la finalidad de identificar y analizar desequilibrios socio-territoriales.

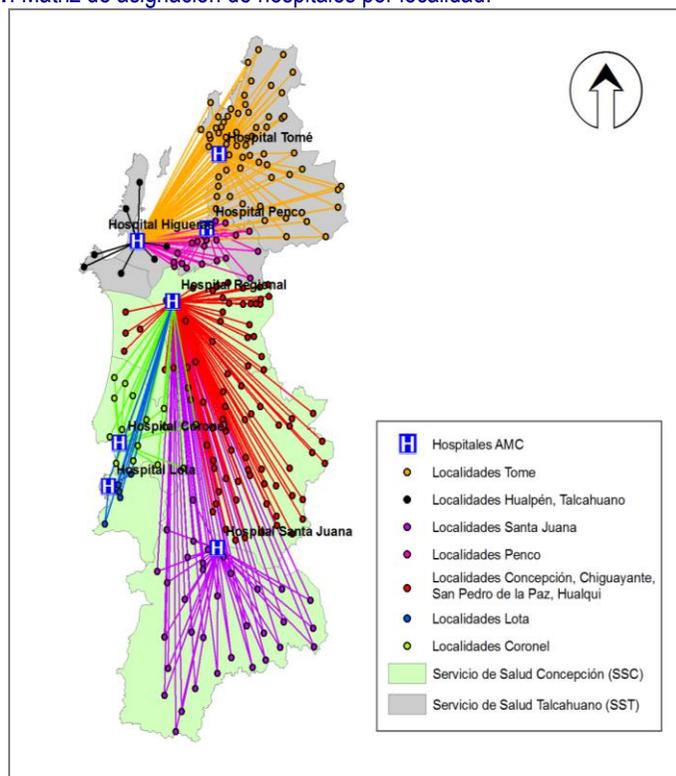
## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la modelación de la red se utilizan las funcionalidades de análisis de redes de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), donde se incluyen todas las carreteras estatales, concesionadas y urbanas de las comunas que conforman el AMC, a escala 1:10.000, actualizadas al año 2013 por la Secretaria Regional Ministerial Seremi MINVU. Las redes se catastran como un elemento geométrico lineal y las localidades como elementos georreferenciados, con propiedades y atributos específicos.

El cálculo de accesibilidad utiliza el promedio de las impedancias que separan cada localidad de origen con los recintos hospitalarios de destino a través de la red, siendo el número de establecimientos hospitalarios de destino previamente designado para cada localidad, según la comuna a la cual pertenezcan. Por lo tanto, en este estudio la accesibilidad se entiende como el promedio de los tiempos de viaje de cada localidad a sus hospitales asignados, según regulación del Ministerio de Salud a través de la disposición de los Servicios de Salud en el área de estudio.

Es importante señalar que la población del AMC puede estar asignada sólo a un recinto hospitalario (denominado hospital base), tal es el caso de las localidades que no cuentan con este equipamiento en su comuna (Chiguayante, San Pedro, Hualqui, Hualpén), incluyendo Concepción y Talcahuano que no pueden ser atendidos en otro recinto hospitalario público adicional. Las localidades que están asignadas a dos hospitales, pueden acceder tanto al establecimiento emplazado en su comuna de origen como a su hospital base (Hospital Regional - Hospital Higuera), tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Matriz de asignación de hospitales por localidad.



[Fuente: Elaboración propia]

La utilización de los tiempos de viaje en la modelación de la accesibilidad a los establecimientos de salud primaria u hospitalaria, ha sido incorporada ampliamente en diversos estudios (Brabyn & Skelly, 2001; Muñoz & Kallestal, 2012; Bagheri *et al.*, 2009; Hare & Barcus, 2007; Rodríguez, 2010), donde se considera el factor localización (población, centros de salud) y las características de la red para su obtención (velocidad de la vía, longitud por tramos).

Posteriormente se analiza la modelación de la accesibilidad como variable dependiente de los métodos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (*Ordinary Least Squares - OLS*) y Regresión Geográficamente Ponderada (*Geographically Weighted Regression - GWR*) este último definido por Fotheringham *et al.* (2002), como un modelo de regresión local que crea una ecuación para cada elemento del conjunto de datos de la variable dependiente, con la finalidad de capturar las variaciones geográficas. En la aplicación de estos modelos se utilizaron seis variables explicativas de carácter socioeconómico y de transporte que representan determinantes sociales de la salud de la población, estas fueron las siguientes: población analfabeta, viviendas rurales, viviendas irrecuperables, hogares con automóvil particular, recorridos de transporte público y conectividad.

En la asignación de los pesos del modelo GWR se utilizó un esquema de ponderación conocido como Kernel adaptativo (con variación espacial), el cual asigna medidas de variaciones de densidad más grandes, donde éstos se encuentran de forma dispersa, y medidas menores donde están más concentrados (Rojas *et al.*, 2013).

Las diferencias en la utilización de un modelo estadístico global y local como GWR se basan principalmente en la capacidad de este último de ser espacializado y representado en un ambiente SIG, con énfasis en las diferencias a través del espacio, desagregación local de las estadísticas locales, entre otras (Fotheringham *et al.*, 2002). Si bien el modelo GWR resulta ventajoso para conocer la heterogeneidad propia del espacio, y facilita moverse desde una perspectiva global a un análisis local, obteniendo un mayor grado de detalle y precisión (Lloyd, 2005), también puede presentar conflictos de fiabilidad (Páez *et al.*, 2011).

En este estudio se consideró como unidad de análisis a los 119 distritos censales del AMC, excluyendo los distritos correspondientes a las islas Quiriquina (Talcahuano) y Santa María (Coronel), entonces las variables explicativas se capturaron en función de esta unidad territorial. Cuatro variables fueron escogidas del Censo de Población y Vivienda del año 2002, correspondientes a las jerarquías Personas, Vivienda y Hogar.

Dos variables fueron obtenidas del Proyecto Gesitran Biobío<sup>1</sup>, correspondientes a la jerarquía Transporte (número de recorridos de transporte público e índice de conectividad).

## RESULTADOS

### Accesibilidad a la oferta de hospitales públicos del AMC

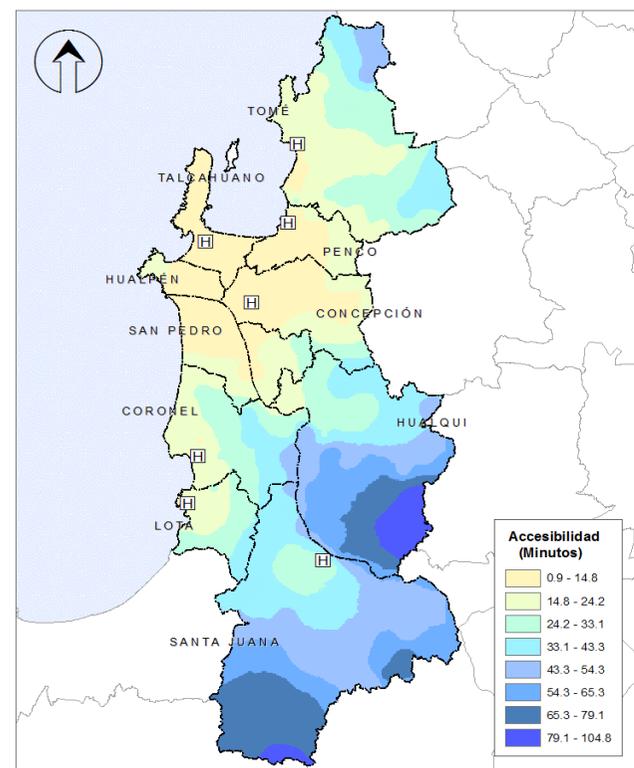
Los resultados (Figura 2), muestran un patrón de distribución geográfica de los valores que sigue las típicas pautas centro-periferia, donde las áreas de la ciudad donde se localizan las unidades hospitalarias, por lo general, muestran elevados niveles de accesibilidad, considerando como umbral 25 minutos (0.9 a 24.2 minutos), las áreas adyacentes registran niveles de accesibilidad intermedios (24.2 a 33.1 minutos), y las áreas más alejadas de las unidades de salud (al Sur del AMC), muestran niveles de accesibilidad desfavorables o muy desfavorables superiores a 30 minutos (33.1 a 104.8 minutos), siendo éstas principalmente zonas rurales.

Resulta importante de destacar los óptimos niveles de acceso que se observan en el área urbanizada de Concepción, Talcahuano, Hualpén, San Pedro de la Paz y Penco (conurbación central), que concentran gran parte del equipamiento hospitalario del área de estudio (H. Regional, H. de Penco y H. Higuera), además de presentar una buena conectividad urbana desde el punto de vista de la topología de la red. En este anillo concéntrico, los tiempos de viaje medios para acceder a las unidades hospitalarias varían entre 0.9 y 14.8 minutos.

En general, las variaciones en los niveles de accesibilidad en el AMC responden a las facilidades para alcanzar el equipamiento hospitalario considerando la morfología de la red, aspecto útil para identificar dónde se concentran los problemas de infraestructura, con altos niveles de rodeo y al mismo tiempo bajas velocidades determinadas por la tipología de la vialidad. En estas zonas, como es el caso de las localidades pertenecientes a Hualqui y Santa Juana, el tipo de vialidad predominante corresponde a caminos rurales de tierra y huellas que en algunos casos no permiten transporte motorizado, por lo que la población en estos segmentos debe utilizar como medio de transporte la caminata.

<sup>1</sup> Plataforma Tecnológica para la Gestión Integral del Sistema de Transporte en la Región del Biobío [www.gesitranbiobio.cl](http://www.gesitranbiobio.cl).

Figura 2. Accesibilidad a la oferta de hospitales públicos en el AMC.



[Fuente: Elaboración propia]

### Regresión Geográficamente Ponderada (GWR)

Luego del análisis de correlación de un set de seis variables explicativas se descartan aquellas que presentan correlaciones mayores a 0.8 (Bocco *et al.*, 2000; Rojas *et al.*, 2015) por ejemplo, ocupación (correlación positiva con hogares con automóvil), etnia (correlación positiva con población analfabeta) y viviendas con servicio higiénico deficiente (correlación positiva con viviendas irrecuperables),

posteriormente se aplica el índice de Moran a las siete variables (incluyendo la variable dependiente) con la finalidad de comprobar la presencia o no de autocorrelación espacial en sus distribuciones. Los resultados muestran que para la totalidad de las variables el índice de Moran sugiere presencia de autocorrelación espacial estadísticamente significativa, con una pauta de distribución agrupada (*clustered*) (Tabla 1). Así, las puntuaciones Z y los valores P indican que se rechaza la hipótesis nula (que establece que los valores de entidades están distribuidos en forma aleatoria en el área de estudio).

**Tabla 1.** Índice de Moran en los residuos (OLS y GWR).

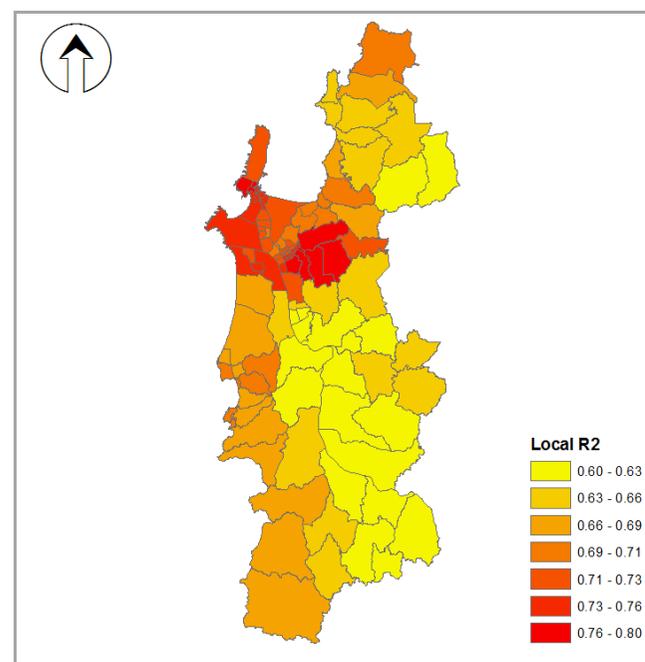
	Método OLS	Método GWR
I Calculado	0.251	0.019
I Esperado	-0.008	-0.008
Varianza	0.001	0.000
Puntaje Z	6.372	0.933
Valor p	0.000	0.350
Pauta	Agrupación	Aleatoria

[Fuente: Elaboración propia]

Entonces, el modelo final propuesto incorpora seis variables independientes: una relativa a la población (porcentaje de personas analfabetas), una relativa a los hogares (porcentaje de hogares con tenencia de automóvil particular), dos relativas a las características de la vivienda (porcentaje de viviendas rurales e irrecuperables), y dos asociadas al transporte (índice de conectividad y número de recorridos de transporte público), y todas utilizan como unidad espacial al distrito censal. El R<sup>2</sup> ajustado en el modelo GWR es de 0.87, lo que supone una mejora muy importante con respecto al modelo OLS de 0.67. También resulta un valor más reducido del AIC (941 en OLS y 845 en GWR), parámetro que indica un mejor rendimiento del modelo local. Asimismo, el análisis de los residuos también muestra mejores resultados en la GWR que en la OLS. Esta mejora se comprueba estadísticamente en la Tabla 1, donde el valor calculado del índice de Moran para los residuos se aproxima mucho más al valor esperado en el modelo GWR, mostrando además una menor varianza y mayores

probabilidades de distribución aleatoria (valores P y puntuaciones Z). Por otra parte, la distribución espacial de los ajustes locales producidos con la GWR (R<sup>2</sup> locales), permite conocer la variación espacial del poder explicativo del modelo. La distribución del R<sup>2</sup> local a nivel distrital, varía entre 0.60 y 0.80 (Figura 3), teniendo el modelo una mejor capacidad explicativa en la zona central del AMC (distritos pertenecientes a las comunas de Concepción, Hualpén y Talcahuano), incrementándose los R<sup>2</sup> por encima del 0.73.

**Figura 3.** Distribución espacial de los R<sup>2</sup> locales modelo GWR.

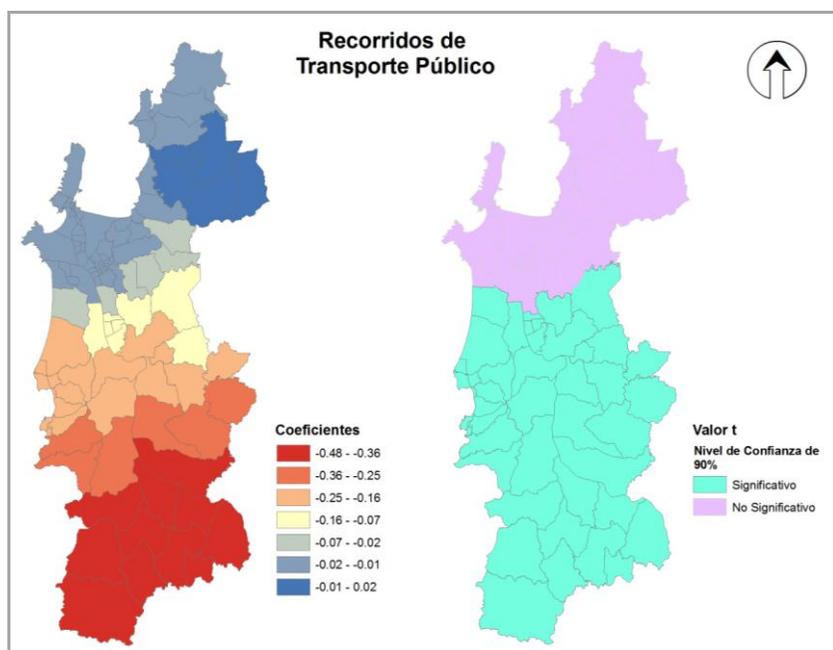


[Fuente: Elaboración propia]

Esta tendencia muestra como el ajuste disminuye en aquellas zonas donde hay menor densidad de distritos (al Sur del AMC), de manera que estas tienen un número bajo de vecinos. Al contrario, en las zonas con más densidad, aparecen más

vecinos a la hora de realizar el ajuste del modelo (zona Centro), incrementándose los  $R^2$  por encima del 0.71 (Figura 3). Para el análisis de la variabilidad espacial de los coeficientes locales de las variables explicativas (elasticidades) en el modelo GWR, se muestra desde la figura 4 a 9 figura la representación espacial junto con los valores t estadísticamente significativos (al nivel de 90%, con valores t mayor a 1.64) y no significativos en algunos distritos censales.

**Figura 4.** Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: Recorridos transporte público.

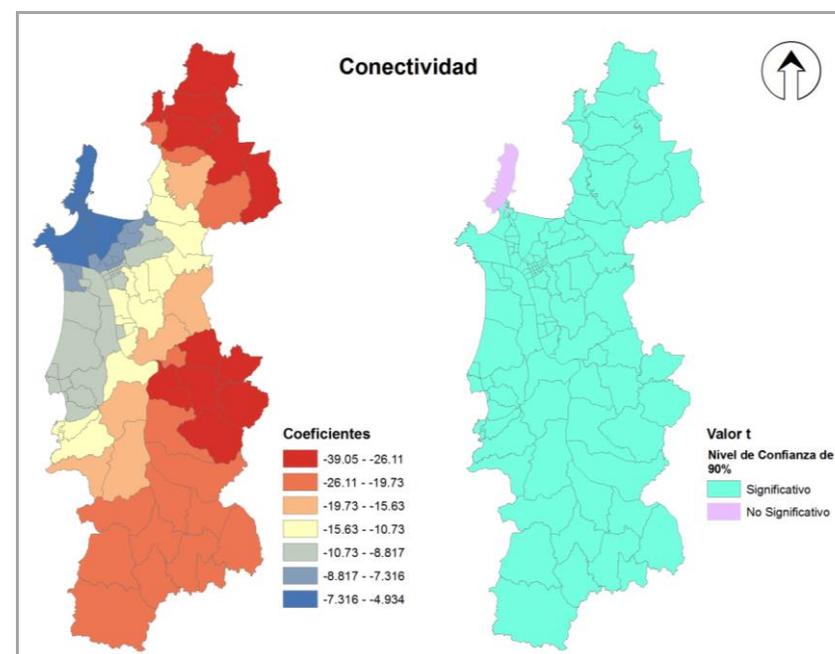


[Fuente: Elaboración propia]

La variable recorridos de transporte público (Figura 4), presenta valores significativos al Sur del AMC, abarcando las comunas de Santa Juana, Hualqui, Lota Coronel, parte de San Pedro de la Paz, Chiguayante y área rural de Concepción, con

altos coeficientes en los distritos pertenecientes a la comuna de Santa Juana (-0.48 y -0.36), indicando una mayor incidencia de esta variable en los tiempos de viaje. Desde el punto de vista del transporte, la importancia de esta variable es fundamental en Santa Juana y Hualqui, donde en la primera comuna solo dos de sus once distritos disponen de recorridos de transporte público (dos líneas de buses interurbanos), mientras que el resto del territorio no cuenta con recorridos. En la segunda, cinco de sus diez distritos no cuentan con este modo, mientras que otros tres están sujetos a la utilización del tren.

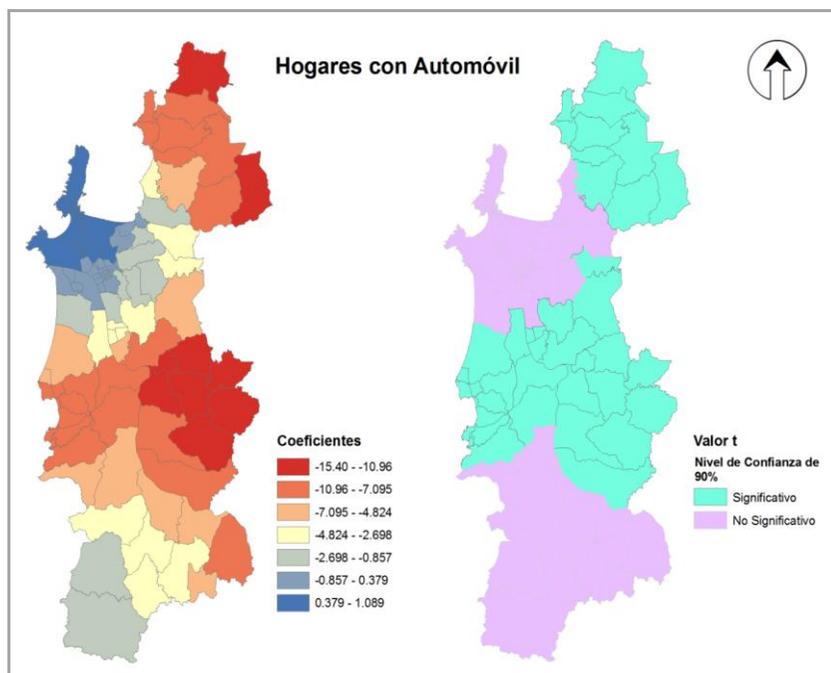
**Figura 5.** Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: Conectividad.



[Fuente: Elaboración propia]

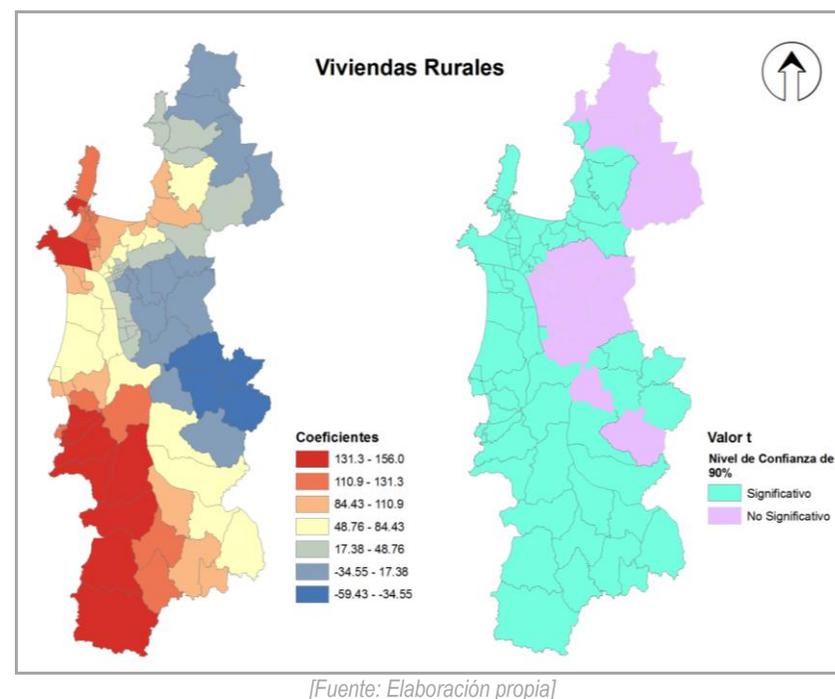
Por otra parte, los coeficientes de la variable conectividad (Figura 5) son estadísticamente significativos en la mayor parte del AMC, a excepción de la Península de Tumbes (Talcahuano), donde la complejidad estructural de la red vial no influye de manera significativa en los tiempos de viaje a los establecimientos hospitalarios. Se observa que la relación de la variable conectividad y tiempos de viaje es negativa en toda el área de estudio. La media de los coeficientes de esta variable fue de -13.07, pero con valores muy elevados en la zona Sur (Hualqui - Santa Juana) y al Norte (Tomé) del AMC (-39.05 y -26.11), indicando que tiene una marcada incidencia en los tiempos de viaje a hospitales.

**Figura 6.** Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: Hogares con automóvil.



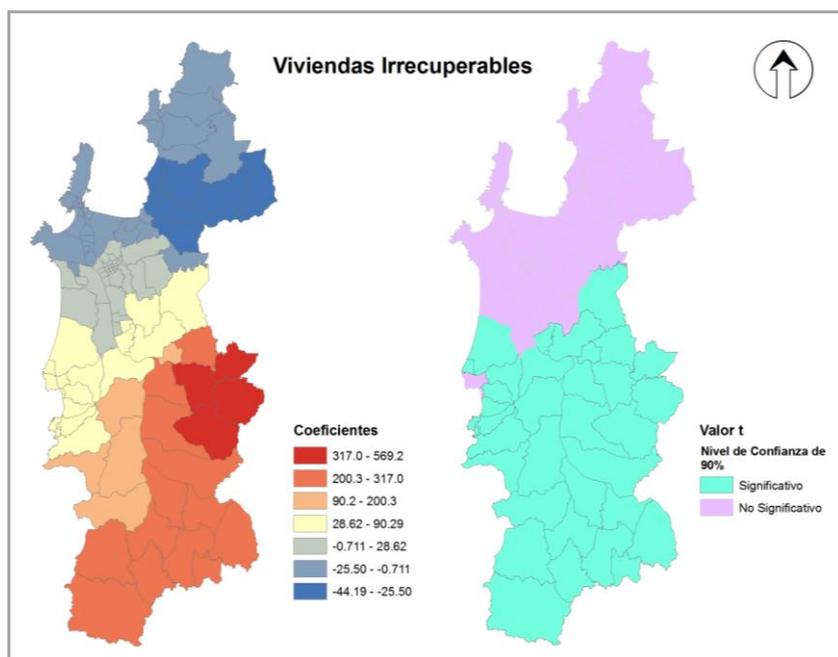
La variable Hogares con automóvil (Figura 6) presenta una relación negativa respecto a la variable dependiente, donde los mayores coeficientes varían entre -15.4 y -4.8. De esta manera, el mayor o menor número de hogares con tenencia de automóvil particular en estas zonas indican una disminución o incremento en los tiempos de viaje a los hospitales respectivamente. Los coeficientes estadísticamente significativos se observan en los distritos pertenecientes a las comunas de Tomé (al Norte del AMC), en las áreas rurales de Concepción, Chiguayante y San Pedro de la Paz (zona Centro), y en Hualqui, Coronel y Lota (al Sur). Los distritos pertenecientes a Santa Juana (al Sur) y en la conurbación central del territorio no evidencian coeficientes estadísticamente significativos.

**Figura 7.** Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: Viviendas Rurales.



La variable viviendas rurales (Figura 7), presenta valores significativos al Sur del AMC, en los distritos censales pertenecientes a las comunas de Santa Juana, Lota, Coronel, parte de Hualqui, y en la zona central del AMC, específicamente en las comunas de Talcahuano, Hualpén y parte de Penco. Es en esta área donde se observan los valores más altos de los coeficientes, con una relación positiva que incide en los tiempos de viaje a los hospitales. En los distritos donde se registra un cambio de signo (relación negativa respecto a la variable dependiente), los coeficientes no son estadísticamente significativos (a excepción de cinco distritos censales pertenecientes a Hualqui), lo que se observa al Oriente del AMC. Casi la totalidad de Concepción y Tomé presentan valores no significativos estadísticamente.

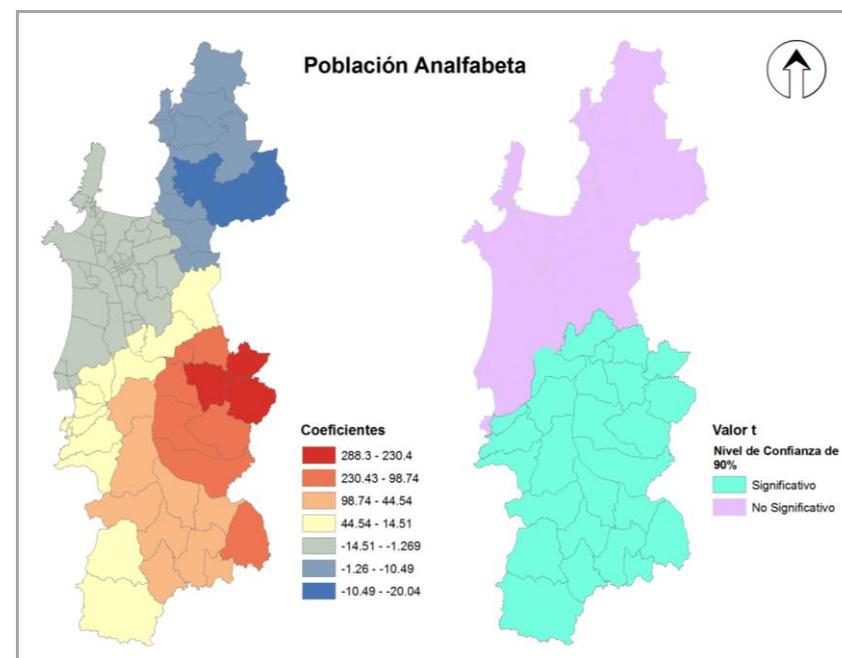
**Figura 8.** Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: Viviendas Irrecuperables.



[Fuente: Elaboración propia]

Respecto a las viviendas irrecuperables (Figura 8), se presentan valores estadísticamente significativos al Sur del AMC (distritos pertenecientes a Hualqui, parte de Concepción, Coronel, Lota y Santa Juana), siendo los coeficientes particularmente altos en las comunas de Santa Juana y Hualqui (569.2 - 200.3). Los coeficientes indican una relación positiva con la variable dependiente, en los distritos donde aparece significativa, mostrando que en estas zonas, la presencia de viviendas irrecuperables se condiciona con el incremento de los tiempos de viaje a los hospitales.

**Figura 9.** Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: Población Analfabeta.



[Fuente: Elaboración propia]

Finalmente, la población analfabeta (Figura 9) muestra sus coeficientes más altos al Sur del AMC, en los distritos pertenecientes a Santa Juana y Hualqui (98.7-288.3), donde son estadísticamente significativos, junto con los distritos censales de Lota, y otros pertenecientes a Coronel, Chiguayante y Concepción. En estas zonas, la variable presenta una relación positiva con los tiempos de viaje a hospitales. El hecho de que el nivel de alfabetismo tenga incidencia positiva en los tiempos de viaje a la salud es un aspecto importante a considerar, pues es en esta zona del AMC donde se localizan los centros poblados más desfavorecidos tanto en la accesibilidad, como en las características socioeconómicas y de transporte.

## DISCUSIÓN

El estudio encontró que aproximadamente el 4.1% de la población (37.228 personas) que vive en el AMC (900.000 personas), tiene un acceso desfavorable o muy desfavorable a los establecimientos hospitalarios públicos (tiempos de viaje superiores a 30 y 45 minutos respectivamente). El 32.8% de esta población habita en zonas rurales, particularmente en las comunas de Tomé, Santa Juana y Hualqui, en las que se identificaron áreas de baja accesibilidad a la atención hospitalaria. En estos lugares, la población presenta tiempos de viaje considerablemente altos, junto a una necesidad de incrementar su accesibilidad.

En la modelación de la accesibilidad a hospitales utilizando variables socioeconómicas y de transporte, se encontraron resultados interesantes desde el punto de vista de las variaciones locales de los coeficientes, identificándose una fuerte incidencia de las variables explicativas sobre los tiempos de viaje a atención hospitalaria al Sur del AMC. La relación entre las variables censales de población, hogares y viviendas y la variable dependiente sugiere que en general las zonas con menores tiempos de viaje presentan mejores características socioeconómicas respecto a aquellas zonas con mayores tiempos de viaje a la red hospitalaria, aspecto coherente con los resultados de Bagheri *et al.* (2009), en la exploración de la variación local de la accesibilidad a la salud primaria utilizando un índice de privación censal en un análisis de GWR, y en Shah & Bell (2013), que reconocen el beneficio de este método en la desagregación de las relaciones entre las variables sociodemográficas y la accesibilidad geográfica a los servicios de atención primaria de salud a escala local.

Respecto a la modelación, el método de regresión múltiple (OLS) ofrece un  $R^2$  ajustado 0.67, mientras que el método de regresión geográficamente ponderado

(GWR) muestra un  $R^2$  ajustado de 0.87, esto significa que con las seis variables seleccionadas se explica la variabilidad en los tiempos de viaje a los hospitales con una precisión de más de un 80%, lo que supone una mejora muy importante con respecto al modelo OLS. Los resultados permitieron identificar las zonas más desfavorecidas en el acceso espacial al equipamiento hospitalario, las que muestran además los mayores coeficientes de las variables seleccionadas.

En cuanto a las variables seleccionadas para este trabajo, las características socio-demográficas basadas en el censo para el análisis de las desigualdades de salud a escala local, con enfoque en los determinantes de las necesidades de atención de salud, se utilizan cada vez más en la geografía de la salud (Chateau *et al.*, 2012; Andersen *et al.*, 2007). Por ejemplo, los estudios sobre desigualdades sociales en salud han mostrado, en ambos sexos y para todas las edades, cómo las clases sociales más desfavorecidas y las personas o áreas geográficas más pobres tienen peores indicadores de salud que la población de las clases sociales más privilegiadas o las personas o zonas geográficas con mayor riqueza (Benach & Amable, 2004), aspectos muy atingentes a la situación del AMC.

## CONCLUSIONES

La medición de la accesibilidad a los equipamientos de salud hospitalaria a escala metropolitana no sólo permitió identificar áreas del territorio con problemas críticos, sino también profundizar en el análisis de la desigualdad de acceso, aspecto complejo de evaluar bajo las aportaciones clásicas en geografía que utilizan el concepto de accesibilidad desde el área de servicio o cobertura de un equipamiento hospitalario, considerando como elemento fundamental únicamente la localización del equipamiento a servir.

Los resultados de la modelación a nivel local, permitieron vislumbrar dónde el modelo tiene un mayor y menor ajuste ( $R^2$ ), cómo cambia la relación entre las variables en el espacio (coeficientes) y con qué significación estadística, mostrando numerosas ventajas frente a la aplicación de un modelo global de regresión múltiple (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Asimismo, la aplicación de procedimientos de análisis geográfico orientados a la resolución de problemáticas empíricas en el campo de la Geografía de la Salud, se presenta en la actualidad como un ámbito de investigación de gran dinamismo, al

encontrarse apoyado en sus procedimientos metodológicos por la actual tecnología de los SIG (Buzai, 2009).

Finalmente, este trabajo aporta evidencia de la importancia de considerar el análisis local en los estudios relacionados con la accesibilidad a la salud. Para este propósito, los modelos de accesibilidad, entendidos como los medios de superación de la distancia, se presentan como un importante instrumento para la determinación de las desigualdades existentes en el territorio, y buscar alternativas que las solucionen. En este sentido en Chile debido a la notoria desigualdad cada vez más se requieren estudios desde una perspectiva geográfica y de transporte.

## AGRADECIMIENTOS

FONDAP CONICYT 15110020 CEDEUS

Proyecto GESITRAN Innova Biobío ibb-11-PCS2-1116

Aportaciones de Dr. Juan Carrasco, Universidad de Concepción y Dr. Alejandro Tudela, Universidad de Concepción.

## BIBLIOGRAFÍA

ANDERSEN, R., DAVIDSON, P. y BAUMEISTER, S. (2007): "Improving access to care in America". *Changing the US health care system: key issues in health services policy and management*, N°3, pp. 3-31.

BAGHERI, N., HOLT, A. y BENWELL, G. (2009): "Using geographically weighted regression to validate approaches for modelling accessibility to primary health care". *Applied Spatial Analysis and Policy*, N°2(3), pp. 177-194.

BENACH, J. y AMABLE, M. (2004): "Las clases sociales y la pobreza". *Gaceta Sanitaria*, N°18, pp. 16-23.

BRABYN, L. y SKELLY, C. (2001): "Geographical Access to Services, Health (GASH): modelling population access to New Zealand public hospitals". In *Proceedings: Thirteenth Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre*, N°2(5), pp. 163-174.

BUZAI, G. D. (2009): "Sistemas de Información Geográfica en Geografía de la Salud". En Buzai G. D.: *Salud y enfermedad en Geografía*. Lugar Editorial, Buenos Aires, pp. 111-134.

BUZAI, G. D. (2011): "Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: análisis espacial de Centros de Atención Primaria de Salud (CAPS) en la ciudad de Luján, Argentina". *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, N°20(2), pp. 111-123.

CHATEAU, D., METGE, C., PRIOR, H. y SOODEEN, R. (2012): "Learning From the Census: The Socio-economic Factor Index (SEFI) and Health Outcomes in Manitoba". *C J Public Health*, N°8, pp. 23-27.

DEWULF, B., NEUTENS, T., DE WEERDT, Y., y VAN DE WEGHE, N. (2013): "Accessibility to primary health care in Belgium: an evaluation of policies awarding financial assistance in shortage areas". *BMC family practice*, N° 14(1), 122.

FOTHERINGHAM, A. S., BRUNSDON, C. y CHARLTON, M. (2002): *Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships*. Chichester: Wiley.

FUENZALIDA, M. (2010): "Análisis de desigualdades territoriales en la oferta de equipamientos públicos: el caso de los hospitales en la red asistencial del sistema público de salud en Chile". *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG, Luján)*, N°2(2), pp. 111-125.

GUTIÉRREZ, A. (2009): *La movilidad de la metrópolis desigual: el viaje a la salud pública y gratuita en la periferia de Buenos Aires*. CONICET/UBA, Instituto de Geografía, Programa Transporte y Territorio.

GUTIÉRREZ, J., GARCÍA PALOMARES, J. C. y CARDOZO, O. (2012): "Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) y estimación de la demanda de las estaciones del Metro de Madrid". En *XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Madrid.

HARE, T. y BARCUS, H. (2007): "Geographical accessibility and Kentucky's heart-related hospital services". *Applied Geography*, N°27(3), pp. 181-205.

LLOYD, C.D. y SHUTTLEWORTH, I. (2005): "Analysing commuting using local regression techniques: scale, sensitivity, and geographical patterning". *Environment and Planning A*, N° 37 (1), 81-103. MUNOZ, U. y KALLESTAL, C. (2012): "Geographical accessibility and spatial coverage modeling of the primary health care network in the Western Province of Rwanda". *International Journal of Health Geographics*, N°11, pp. 40.

PÁEZ, A., MERCADO, R. G., FARBER, S., MORENCY, C. y ROORDA, M. (2010): "Accessibility to health care facilities in Montreal Island: An application of relative accessibility indicators from the perspective of senior and non-senior residents". *International Journal of Health Geographics*, N°9 (51).

PÁEZ, A., FARBER, S., y WHEELER, D. (2011): "A simulation-based study of geographically weighted regression as a method for investigating spatially varying relationships". *Environment and Planning A*, N°43 (12), pp. 2992-3010.

RAMÍREZ, M. y BOSQUE SENDRA, J. (2001): "Localización de hospitales: analogías y diferencias del uso del modelo P-mediano en Sig raster y vectorial". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, N°21, pp. 53.

RODRÍGUEZ, V. (2010): "Medición de la accesibilidad geográfica de la población a la red de hospitales de alta resolución de Andalucía mediante sistemas de información geográfica". En DÍAZ-DELGADO, R., PESQUER, L., PRAT, E., BUSTAMANTE, J., MASÓ, J. y PONS, J. *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 549-564.

ROJAS, C., PLATA, W., VALDEBENITO, P., MUÑIZ, I. y DE LA FUENTE, H. (2013): "La Dinámica de expansión urbana del Área Metropolitana de Concepción". En WILLIAMS, J., HIDALGO, R., BRAND, P. y PÉREZ, L. *Metropolizaciones Colombia - Chile: Experiencias de Bogotá, Medellín, Santiago y Concepción*. Universidad Nacional de Colombia: Línea Editorial 1 Investigaciones, pp. 39-56.

SHAH, T. I., y BELL, S. (2013): "Exploring the intra-urban variations in the relationship among geographic accessibility to PHC services and socio-demographic factors". In *Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on the Use of GIS in Public Health*, pp. 68-76

SASAKI, S., COMBER, A., SUZUKI, H. y BRUNSDON, C. (2010): "Using genetic algorithms to optimise current and future health planning-the example of ambulance locations". *International Journal of Health Geographics*, N°9, pp. 4.

SCHUURMAN, N., FIEDLER, R., GRZYBOWSKI, S. y GRUND, D. (2006): "Defining rational hospital catchments for non-urban areas based on travel-time". *International Journal of Health Geographics*, N°5, pp. 43.