

Metodología Geoespacial para la Planificación Estratégica de la Extensión Universitaria: El Caso de las Universidades Populares de la UNC

AUTORES: Campos, José Manuel; Duarte, Marcos y Gallego María

INSTITUCIÓN: Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional de Córdoba

RESUMEN

La extensión universitaria, como función sustantiva de la Universidad, desempeña un rol crucial en la vinculación con la sociedad y en la promoción del desarrollo local. En un contexto de crecientes desigualdades socio-territoriales y dinámicas urbanas complejas, la planificación de las acciones de extensión requiere de herramientas innovadoras que permitan una comprensión profunda del territorio y una focalización precisa de las intervenciones. Este trabajo presenta una metodología geoespacial integrada para optimizar la planificación estratégica de los programas de extensión de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), con un énfasis particular en la red de Universidades Populares (UUPP). La metodología integra el Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT), derivado de datos censales, y el análisis de la dinámica urbana mediante imágenes satelitales (Delta NDBI). Se evalúa la cobertura de las UUPP utilizando buffers de 2 km y el IVT promedio, revelando que el 75% de las UUPP se ubican en zonas de vulnerabilidad media a muy alta. El análisis LISA (Local Moran's I) ha permitido identificar clusters de vulnerabilidad (hotspots y coldspots), optimizando la focalización de recursos. Esta aproximación transforma la planificación de la extensión en un proceso basado en evidencia, promoviendo la equidad territorial y el impacto social. Como trabajo futuro, se propone el modelado predictivo y la simulación de escenarios para anticipar cambios y optimizar futuras intervenciones.

PALABRAS CLAVE: Extensión Universitaria, Planificación Estratégica, Análisis Geoespacial, Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT), Universidades Populares (UUPP), LISA, Delta NDBI.

1. INTRODUCCIÓN

La universidad se concibe como un actor fundamental en el desarrollo social, no solo a través de la docencia y la investigación, sino también mediante la extensión universitaria. Esta última función, entendida como la interacción dialógica y transformadora entre la institución académica y la sociedad, adquiere una relevancia particular en contextos de alta complejidad socio-territorial. La capacidad de las universidades para responder eficazmente a las demandas y problemáticas de sus entornos depende, en gran medida, de una planificación estratégica que permita identificar las necesidades más apremiantes y focalizar los recursos de manera óptima.

En la provincia de Córdoba, las Universidades Populares (UUPP) representan un modelo consolidado de extensión universitaria, caracterizado por su capilaridad territorial y su compromiso con la formación y la vinculación comunitaria. La Universidad Nacional de Córdoba (UNC), a través de su Secretaría de Extensión Universitaria (SEU), gestiona una vasta red de 297 UUPP, que han logrado certificar a más de 133.000 estudiantes en más de 10.000 cursos, con el apoyo de casi 8.600 capacitadores. La magnitud y el alcance de esta red exigen la implementación de herramientas de gestión y planificación que superen los enfoques tradicionales, incorporando metodologías que permitan una comprensión profunda de las dinámicas

territoriales y las condiciones de vulnerabilidad de las poblaciones a las que sirven.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las plataformas de procesamiento de datos geoespaciales en la nube, como Google Earth Engine (GEE), ha revolucionado la capacidad de análisis territorial. Estas herramientas permiten integrar y analizar grandes volúmenes de información espacial, desde datos censales hasta imágenes satelitales, facilitando la identificación de patrones, la modelización de fenómenos y la toma de decisiones basada en evidencia. En este contexto, la aplicación de metodologías geoespaciales se presenta como una oportunidad estratégica para potenciar la función de extensión universitaria, asegurando que las intervenciones sean pertinentes, eficientes y equitativas.

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar una metodología geoespacial integrada, desarrollada y aplicada para la planificación estratégica de la extensión universitaria de la UNC, con un enfoque específico en la red de Universidades Populares. Se detallará la construcción de un Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) a nivel de radio censal, el análisis de la dinámica urbana mediante el Índice Normalizado de Diferencia de Construcción (NDBI) y su variación temporal (Delta NDBI), y la aplicación del análisis LISA (Local Moran's I) para la identificación de clusters de vulnerabilidad. Finalmente, se discutirán

las implicaciones de estos hallazgos para la planificación de la extensión y se plantearán futuras líneas de investigación, incluyendo el modelado predictivo y la simulación de escenarios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología desarrollada se fundamenta en la integración de datos geoespaciales provenientes de diversas fuentes, procesados y analizados mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y plataformas de computación en la nube. El área de estudio comprende la provincia de Córdoba, con un enfoque particular en la ciudad de Córdoba para análisis detallados.

2.1. Construcción del Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT)

El Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) fue construido a partir de datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, desagregados a nivel de radio censal. Se seleccionaron seis variables clave que reflejan distintas dimensiones de la vulnerabilidad socioeconómica y de infraestructura. Estas variables fueron:

- **V₁ (CV): Condición de Viviendas por radio censal.**

$$CV = \sum_{i=1}^5 p_i \left(\frac{CV_i}{TP} \right)$$

$$p_i = \text{peso}$$

$$CV_i = \text{subvariable}$$

TP= total de personas por radio censal

Subvariables y pesos:

- Casa
- Rancho (CV₁) (P₁ = 0,2)
- Casilla (CV₂) (P₂ = 0,3)
- Departamento
- Pieza en inquilinato, hotel familiar o pensión (CV₃) (P₃ = 0,2)
- Local no construido para habitación ocupado (CV₄) (P₄ = 0,2)
- Vivienda móvil ocupada (CV₅) (P₅ = 0,1)

- **V₂ (AI): Acceso a Internet por radio censal.**

$$AI = \sum_{i=1}^2 p_i \left(\frac{AI_i}{TP} \right)$$

$$p_i = \text{peso}$$

$$AI_i = \text{subvariable}$$

TP= total de personas por radio censal

Subvariables y pesos:

- Internet en la vivienda Sí
- Internet en la vivienda No (AI₁) (P₁ = 0,5)
- Celular con Internet Sí
- Celular con Internet No (AI₂) (P₂ = 0,5)

- **V₃ (NEA): Nivel Educativo Alcanzado por radio censal.**

$$NEA = \sum_{i=1}^3 p_i \left(\frac{NEA_i}{TP} \right)$$

$p_i = peso$

$NEA_i = subvariable$

$TP =$ total de personas por radio censal

Subvariables y pesos:

- Primario incompleto (NEA_1) ($P_1 = 0,5$)
- Primario completo (NEA_2) ($P_2 = 0,3$)
- Secundario incompleto (NEA_3) ($P_3 = 0,2$)
- Secundario completo
- Terciario incompleto
- Terciario completo
- Universitario incompleto
- Universitario completo
- Posgrado incompleto
- Posgrado completo
- Ignorado

- **V₄ (CS): Cobertura de Salud por radio censal.**

$$CS = \sum_{i=1}^2 p_i \left(\frac{CS_i}{TP} \right)$$

$p_i = peso$

$CS_i = subvariable$

$TP =$ total de personas por radio censal

Subvariables y pesos:

- Obra social o prepaga (incluye PAMI)
- Programas o planes estatales de salud (CS_1) ($P_1 = 0,4$)
- No tiene obra social, prepaga ni plan estatal (CS_2) ($P_2 = 0,6$)

- **V₅ (CL): Condición Laboral por radio censal.**

$$CL = \sum_{i=1}^2 p_i \left(\frac{CL_i}{TP} \right)$$

$p_i = peso$

$CL_i = subvariable$

$TP =$ total de personas por radio censal

Subvariables y pesos:

- Ocupado
- Desocupado (CL_1) ($P_1 = 0,7$)
- Inactivo (CL_2) ($P_2 = 0,3$)

- **V₆ (TCL): Tipo de Condición Laboral por radio censal.**

$$TCL = \sum_{i=1}^3 p_i \left(\frac{TCL_i}{TP} \right)$$

$p_i = peso$

$TCL_i = subvariable$

$TP =$ total de personas por radio censal

Subvariables y pesos:

- Servicio doméstico (TCL₁) (P₁ = 0,4)
- Empleada(o) u obrera(o)
- Cuenta propia (TCL₂) (P₂ = 0,3)
- Patrón(a) o empleador(a)
- Trabajador(a) familiar (TCL₃) (P₃ = 0,3)
- Ignorado

Para la construcción del IVT, cada variable fue normalizada a una escala de 0 a 1, donde 1 representa la máxima vulnerabilidad y 0 la mínima. La normalización se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$V_{normalizada} = \frac{(V_{observado} - V_{mínimo})}{(V_{máximo} - V_{mínimo})}$$

Donde $V_{observado}$ es el valor de la variable para un radio censal dado, $V_{mínimo}$ es el valor mínimo de la variable en el conjunto de datos, y $V_{máximo}$ es el valor máximo. Posteriormente, el IVT se calculó como un promedio ponderado de las variables normalizadas, asignando pesos equitativos a cada una de ellas, dada la importancia intrínseca de cada dimensión en la conformación de la vulnerabilidad multidimensional:

$$IVT = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{i,normalizada}$$

Donde n es el número de variables consideradas (en este caso, $n=6$). El IVT resultante es un valor continuo entre 0 y 1, que permite clasificar los radios censales según su grado de vulnerabilidad, facilitando la identificación de áreas prioritarias para la intervención. [Ver Figura 1: Mapa IVT Ciudad de Córdoba; Figura 2: Mapas IVT Provincia de Córdoba]

2.2. Análisis de la Dinámica Urbana mediante Imágenes Satelitales

Para evaluar la dinámica de crecimiento urbano, se utilizó el Índice Normalizado de Diferencia de Construcción (NDBI) a partir de imágenes satelitales Landsat (Colección 2, Nivel 2) y Sentinel-2 (Nivel 2A), procesadas en la plataforma Google Earth Engine (GEE). El NDBI es un índice espectral diseñado para resaltar áreas construidas, utilizando las bandas del infrarrojo cercano (NIR) y el infrarrojo de onda corta (SWIR) [3]. La fórmula para el NDBI es la siguiente:

$$NDBI = \frac{(SWIR - NIR)}{(SWIR + NIR)}$$

Donde SWIR corresponde a la reflectancia en la banda del infrarrojo de onda corta y NIR a la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano. Valores positivos de NDBI indican la presencia de áreas construidas, mientras que valores negativos o cercanos a cero corresponden a vegetación o cuerpos de agua.

Para cuantificar el crecimiento urbano, se calculó el Delta NDBI, que representa la variación del NDBI entre dos períodos de tiempo. En este estudio, se comparó el NDBI de 2022 con el de 2014 para la ciudad de Córdoba, utilizando colecciones de imágenes libres de nubes y con corrección atmosférica. La fórmula del Delta NDBI es:

$$\Delta NDBI = NDBI_{2022} - NDBI_{2014}$$

Un valor positivo de Delta NDBI indica un aumento en la intensidad de las superficies construidas, lo que se interpreta como crecimiento o densificación urbana. Un valor negativo, por otro lado, sugiere una disminución en la intensidad de las superficies construidas, que puede deberse a la revegetación o demolición, aunque en el contexto de crecimiento urbano, el foco principal se puso en los valores positivos. [Ver Figura 3: Mapa Delta NDBI Ciudad de Córdoba; Figura 4: Mapa de crecimiento urbano por radio censal para ciudad de Córdoba]

2.3. Integración Geoespacial y Análisis de Cobertura de UUPP

La integración de las capas de IVT y Delta NDBI, junto con la capa de ubicación de las Universidades Populares, se realizó en el software QGIS. Para evaluar la cobertura de las UUPP en relación con la vulnerabilidad territorial, se implementó un análisis de proximidad:

- **Áreas de Influencia (Buffers):** Se generaron buffers de 2 km alrededor de cada sede de Universidad Popular. Este radio se estableció considerando una distancia de accesibilidad razonable para la población beneficiaria de los programas de extensión.
- **IVT Promedio en Áreas de Influencia:** Para cada buffer de 2 km, se calculó el promedio del IVT de todos los radios censales que se intersecaban con dicho buffer. Esto permitió asignar a cada UUPP un valor representativo de la vulnerabilidad de su área de alcance, proporcionando una métrica contextualizada de las condiciones socioeconómicas de las comunidades atendidas.

2.4. Análisis de Autocorrelación Espacial Local (LISA)

Para identificar patrones de agrupamiento y valores atípicos en la distribución del IVT, se aplicó el análisis de Indicadores Locales de Asociación Espacial (LISA), específicamente el Local Moran's I. Este análisis permite descomponer el Índice de Moran Global a nivel de cada unidad espacial, revelando la existencia de clusters (agrupamientos de valores similares) y outliers (valores atípicos rodeados de valores disímiles). La fórmula del Local Moran's I I_i para una observación i es:

$$I_i = \frac{Z_i}{S_0^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} Z_j$$

Donde:

- z_i es la desviación del valor de la variable en la ubicación i respecto a la media $z_i = x_i - \bar{x}$

x_i : Es el valor de la variable (en tu caso, el IVT) para una unidad espacial específica (un radio censal) i .

$\bar{x}$: Es la media aritmética de la variable (el IVT) para todas las unidades espaciales (todos los radios censales) en tu área de estudio.

Si $z_i = x_i - \bar{x}$ es positivo, significa que el IVT de ese radio censal es mayor que el promedio.

Si $z_i = x_i - \bar{x}$ es negativo, significa que el IVT de ese radio censal es menor que el promedio.

Si $z_i = x_i - \bar{x}$ es cero (o muy cercano a cero), significa que el IVT de ese radio censal es similar al promedio.

- w_{ij} es el elemento de la matriz de pesos espaciales que define la relación entre la ubicación i y la ubicación j .

- S_0^2 es la varianza de la variable.

Medida estadística que cuantifica la dispersión o variabilidad de los datos alrededor de su media. Se calcula como el promedio de los cuadrados de las desviaciones de cada valor respecto a la media.

La varianza nos indica qué tan dispersos están los valores del IVT en tu conjunto de datos.

Una varianza alta sugiere que los valores del IVT están muy dispersos, es decir, hay

una gran diferencia entre los radios censales con IVT bajo y los radios censales con IVT alto.

Una varianza baja indica que los valores del IVT están más agrupados alrededor de la media, lo que significa que los radios censales son más homogéneos en términos de vulnerabilidad.

En la fórmula del Local Moran's I , la varianza S_0^2 actúa como un factor de normalización, asegurando que el índice sea comparable entre diferentes conjuntos de datos o variables, independientemente de la escala de los valores originales de la variable. Esencialmente, ayuda a estandarizar la medida de la autocorrelación espacial.

- n es el número total de observaciones.

El análisis LISA clasifica cada radio censal en una de las siguientes categorías, basadas en la significancia estadística ($p \leq 0.05$):

- High-High (HH): Cluster de valores altos rodeados de valores altos (hotspot).
- Low-Low (LL): Cluster de valores bajos rodeados de valores bajos (coldspot).
- High-Low (HL): Valor alto rodeado de valores bajos (outlier).
- Low-High (LH): Valor bajo rodeado de valores altos (outlier).

- Not Significant (NS): No hay evidencia estadística de un patrón significativo.

Para la construcción de la matriz de pesos espaciales w_{ij} , se utilizó el criterio de contigüidad Queen, que considera vecinos a los polígonos que comparten al menos un vértice o un borde. [Ver Figura 5: IVT en un radio de 2km para cada UUPP; Figura 6: LISA parte de la provincia de Córdoba]

3. RESULTADOS

La aplicación de la metodología geoespacial integrada ha permitido obtener una comprensión detallada de la distribución de la vulnerabilidad territorial y de las dinámicas de crecimiento urbano en la provincia de Córdoba, con un enfoque particular en la interacción con la red de Universidades Populares (UUPP) de la UNC. Los resultados clave se presentan a continuación:

3.1. Distribución Espacial del Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT)

El análisis del IVT a nivel de radio censal reveló una heterogeneidad significativa en la distribución de la vulnerabilidad en la provincia de Córdoba. Se observan patrones de alta vulnerabilidad concentrados en áreas periurbanas de las principales ciudades y en ciertas zonas rurales, mientras que los centros urbanos consolidados y algunas áreas rurales productivas tienden a presentar menores niveles de vulnerabilidad. Esta distribución espacial del IVT es

fundamental para la identificación de áreas prioritarias para la intervención social y el desarrollo de políticas públicas focalizadas. [Ver Figura 1: Mapa IVT Ciudad de Córdoba; Figura 2: Mapas IVT Provincia de Córdoba]

3.2. Dinámica del Crecimiento Urbano (Delta NDBI)

El análisis del Delta NDBI para la ciudad de Córdoba entre 2014 y 2022 evidenció un crecimiento urbano significativo, principalmente en las periferias de la ciudad. Los valores positivos de Delta NDBI, que indican un aumento en la intensidad de las superficies construidas, se concentran en los bordes de la mancha urbana existente, confirmando un patrón de expansión horizontal. Este crecimiento se produce a menudo sobre áreas previamente rurales o semi-rurales, lo que puede generar nuevas demandas de servicios e infraestructura en estas zonas. La identificación de estos frentes de expansión es crucial para la planificación urbana y la anticipación de futuras necesidades en términos de servicios de extensión universitaria. [Ver Figura 3: Mapa Delta NDBI Ciudad de Córdoba; Figura 4: Mapa de crecimiento urbano por radio censal para ciudad de Córdoba]

3.3. Cobertura de las Universidades Populares y Vulnerabilidad

La integración de la ubicación de las UUPP con el IVT promedio de sus áreas de influencia (buffers de 2 km) proporcionó una visión clara de la cobertura de la red en relación con los niveles de vulnerabilidad. Los resultados mostraron que la red de Universidades Populares de

la UNC está estratégicamente ubicada para atender a las poblaciones más vulnerables. Específicamente, se encontró que el 75% de las UUPP se localizan en zonas de vulnerabilidad media a muy alta, según el IVT promedio de su radio de influencia. [Ver Figura 5: IVT en un radio de 2km para cada UUPP]

3.4. Patrones de Autocorrelación Espacial (LISA)

El análisis LISA del IVT reveló patrones de autocorrelación espacial local significativos, permitiendo la identificación de clusters de vulnerabilidad y valores atípicos en la provincia de Córdoba. Los resultados más relevantes fueron:

- **Clusters High-High (HH):** Se identificaron concentraciones significativas de radios censales con IVT alto rodeados de radios censales también con IVT alto. Estas áreas representan los "hotspots" de vulnerabilidad, donde la problemática es sistémica y extendida. La presencia de UUPP en o cerca de estos clusters HH es fundamental para la intervención y el fortalecimiento de las comunidades.

- **Clusters Low-Low (LL):** También se observaron agrupamientos de radios censales con IVT bajo rodeados de radios censales con IVT bajo, indicando "coldspots" o zonas de menor vulnerabilidad. Estas áreas pueden servir como referencia para el desarrollo o para

la implementación de otros tipos de programas de extensión.

- **Outliers (High-Low y Low-High):** El análisis también detectó radios censales con IVT alto en un entorno de baja vulnerabilidad (HL) y radios censales con IVT bajo en un entorno de alta vulnerabilidad (LH). Estos outliers son cruciales para un análisis más profundo, ya que los HL pueden indicar "cluster" de vulnerabilidad aislados que requieren atención específica, mientras que los LH pueden representar "cluster de resiliencia" o el resultado de intervenciones exitosas que merecen ser estudiadas para replicar sus factores de éxito. [Ver Figura 6: Análisis Autocorrelación Espacial Local, ciudad de Córdoba y alrededores]

La identificación de estos patrones espaciales mediante LISA proporciona una herramienta poderosa para la toma de decisiones, permitiendo a la SEU optimizar la asignación de recursos y diseñar intervenciones más adaptadas a las características específicas de cada territorio.

4. DISCUSIÓN

La metodología geoespacial implementada para la planificación estratégica de la extensión universitaria en la UNC, con foco en las Universidades Populares, ha demostrado ser una herramienta robusta y altamente

pertinente. La integración del Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT), el análisis de la dinámica urbana mediante el Delta NDBI y la identificación de patrones espaciales a través de LISA, proporciona una visión multidimensional y dinámica del territorio que supera las limitaciones de los análisis tradicionales.

La construcción del IVT a partir de datos censales desagregados permite una caracterización precisa de la vulnerabilidad a nivel de radio censal, lo cual es fundamental para la focalización de las intervenciones. La capacidad de identificar áreas con alta concentración de vulnerabilidad (clusters HH) es crucial para la asignación eficiente de recursos y el diseño de programas de extensión adaptados a las necesidades específicas de estas comunidades. La ubicación del 75% de las UUPP en zonas de vulnerabilidad media a muy alta valida la orientación social de la extensión universitaria de la UNC y su compromiso con la equidad territorial.

El análisis del Delta NDBI complementa la visión estática de la vulnerabilidad al revelar los frentes de crecimiento urbano. Comprender dónde y cómo se expanden las áreas construidas permite anticipar futuras demandas de servicios y la posible aparición de nuevas zonas de vulnerabilidad, especialmente en contextos de crecimiento no planificado. La correlación entre el crecimiento urbano y la vulnerabilidad, aunque no fue el foco principal de este estudio, es una línea de

investigación prometedora que podría explorarse en el futuro para entender cómo la expansión urbana puede generar o exacerbar condiciones de vulnerabilidad.

La aplicación de LISA ha sido particularmente reveladora, al permitir identificar no solo dónde se encuentran las áreas de alta y baja vulnerabilidad, sino también la estructura espacial de estos patrones. Los outliers (HL y LH) son de especial interés, ya que representan situaciones que se desvían de la norma y que pueden ofrecer valiosas lecciones. Un radio censal HL, por ejemplo, podría indicar una comunidad que, a pesar de estar rodeada de zonas menos vulnerables, presenta condiciones críticas que requieren una atención diferenciada y posiblemente una intervención más intensiva. Por otro lado, un LH podría ser un ejemplo de resiliencia o de una intervención exitosa que ha logrado mitigar la vulnerabilidad en un entorno adverso, lo que sugiere la necesidad de estudiar los factores que contribuyen a esta resiliencia para replicarlos en otros contextos.

La metodología propuesta es altamente replicable y escalable, dado que se basa en datos de acceso público y herramientas de software libre (QGIS, Google Earth Engine). Esto facilita su adopción por otras instituciones universitarias o gobiernos locales interesados en optimizar la planificación de sus programas de extensión o políticas públicas con un

enfoque territorial. La transparencia y la accesibilidad de las herramientas y los datos utilizados contribuyen a la construcción de capacidades locales y a la democratización del conocimiento geoespacial.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo ha demostrado la eficacia de una metodología geoespacial integrada para la planificación estratégica de la extensión universitaria, utilizando el caso de las Universidades Populares de la UNC. La combinación del Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT), el análisis de la dinámica urbana (Delta NDBI) y los Indicadores Locales de Asociación Espacial (LISA) proporciona una comprensión profunda y accionable de las realidades socio-territoriales.

Los principales hallazgos confirman la orientación social de las UUPP, con una significativa proporción de ellas ubicadas en áreas de media a alta vulnerabilidad. La identificación de clusters de vulnerabilidad mediante LISA permite una focalización precisa de los recursos y el diseño de intervenciones más pertinentes y eficientes.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

Si bien la metodología actual ofrece una base sólida para la planificación, existen varias líneas de investigación y desarrollo que podrían enriquecer aún más este enfoque. Como trabajo futuro y proyecto

a corto plazo, se plantea el desarrollo de Modelado Predictivo y Simulación de Escenarios Futuros para el Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) y el crecimiento urbano. Esto incluirá:

- **Modelado de Regresión Espacial:** Para identificar los factores que influyen en la vulnerabilidad y predecir su evolución. Esto implicaría la incorporación de variables socioeconómicas y geográficas adicionales que puedan ser obtenidas de fuentes secundarias o generadas a partir de los datos existentes.
- **Modelado de Crecimiento Urbano:** Para anticipar la expansión de las áreas construidas y su interacción con las zonas de vulnerabilidad. Se podrían explorar modelos basados en autómatas celulares o regresión logística espacial para simular diferentes patrones de crecimiento.
- **Simulación de Escenarios:** La capacidad de simular el impacto de diferentes estrategias de intervención (ej., la apertura de nuevas sedes de UUPP en clusters de alta vulnerabilidad, o la implementación de programas específicos en áreas de crecimiento urbano) permitiría a la SEU evaluar proactivamente las decisiones y optimizar la planificación a largo plazo. Esto implicaría la creación de escenarios hipotéticos y la evaluación de su impacto en el IVT y la cobertura de las UUPP.

La implementación de estas perspectivas futuras permitirá a la Secretaría de Extensión Universitaria no solo entender

el pasado y el presente, sino también anticipar el futuro y tomar decisiones aún más informadas para una planificación estratégica que maximice el impacto social de las Universidades Populares.

7. BIBLIOGRAFÍA

Datos del Indicador de Vulnerabilidad Territorial (IVT). Secretaría de Extensión, Universidad Nacional de Córdoba. 2024.

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

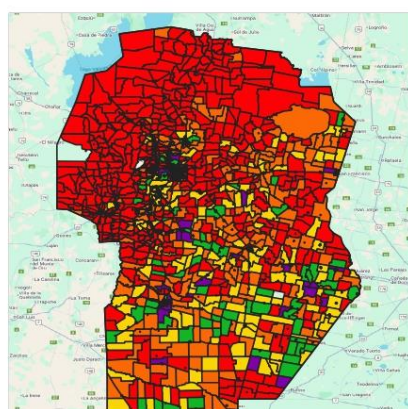
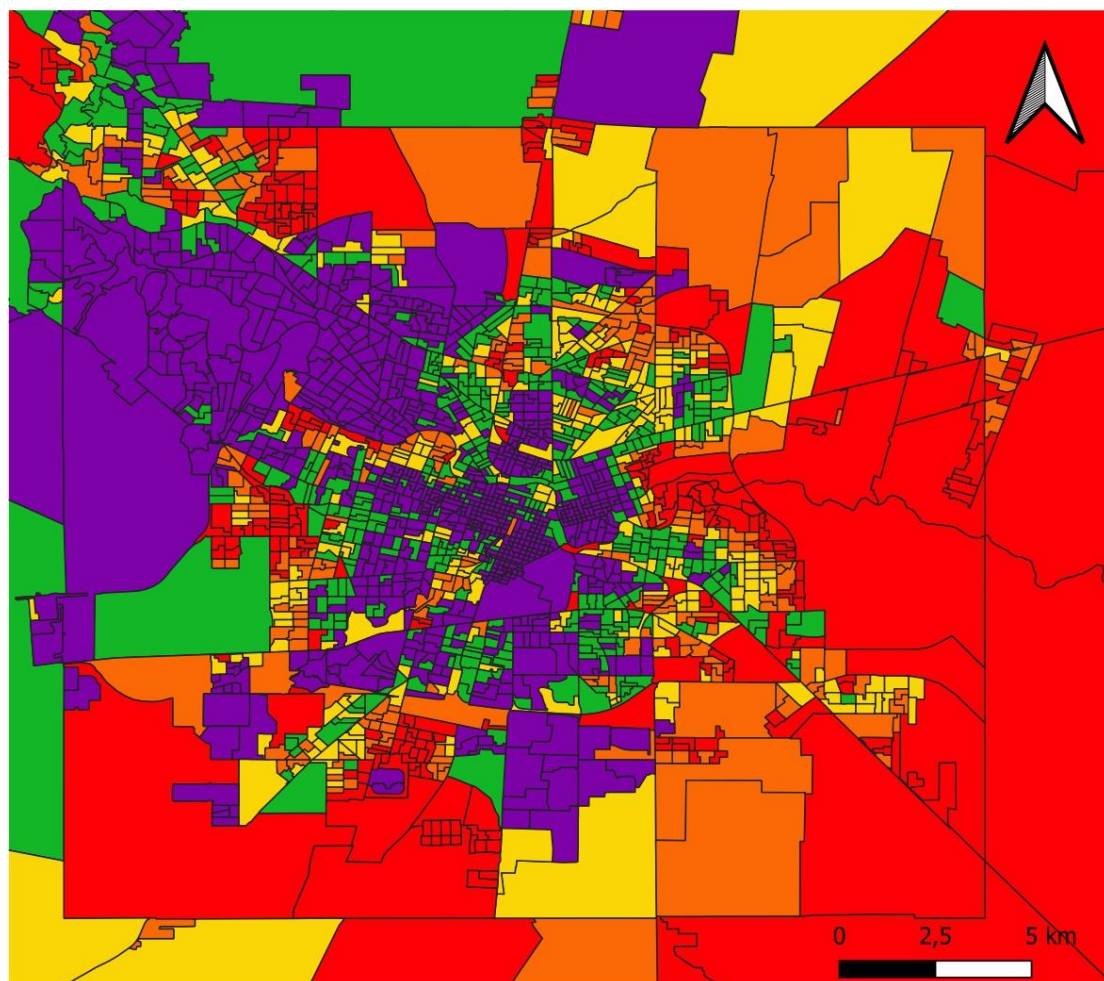
U.S. Geological Survey. Landsat 8 Data Users Handbook. 2019. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>

European Space Agency. Sentinel-2 User Handbook. 2015. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583-594. 2003. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>

McFeeters, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432. 1996. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>



Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) para la ciudad de Córdoba

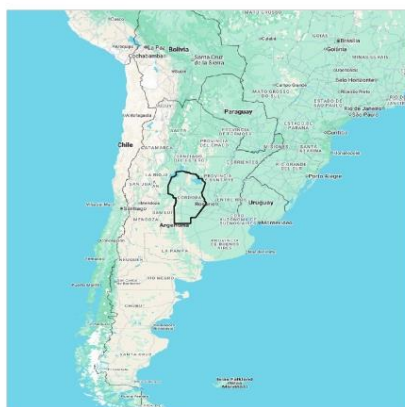
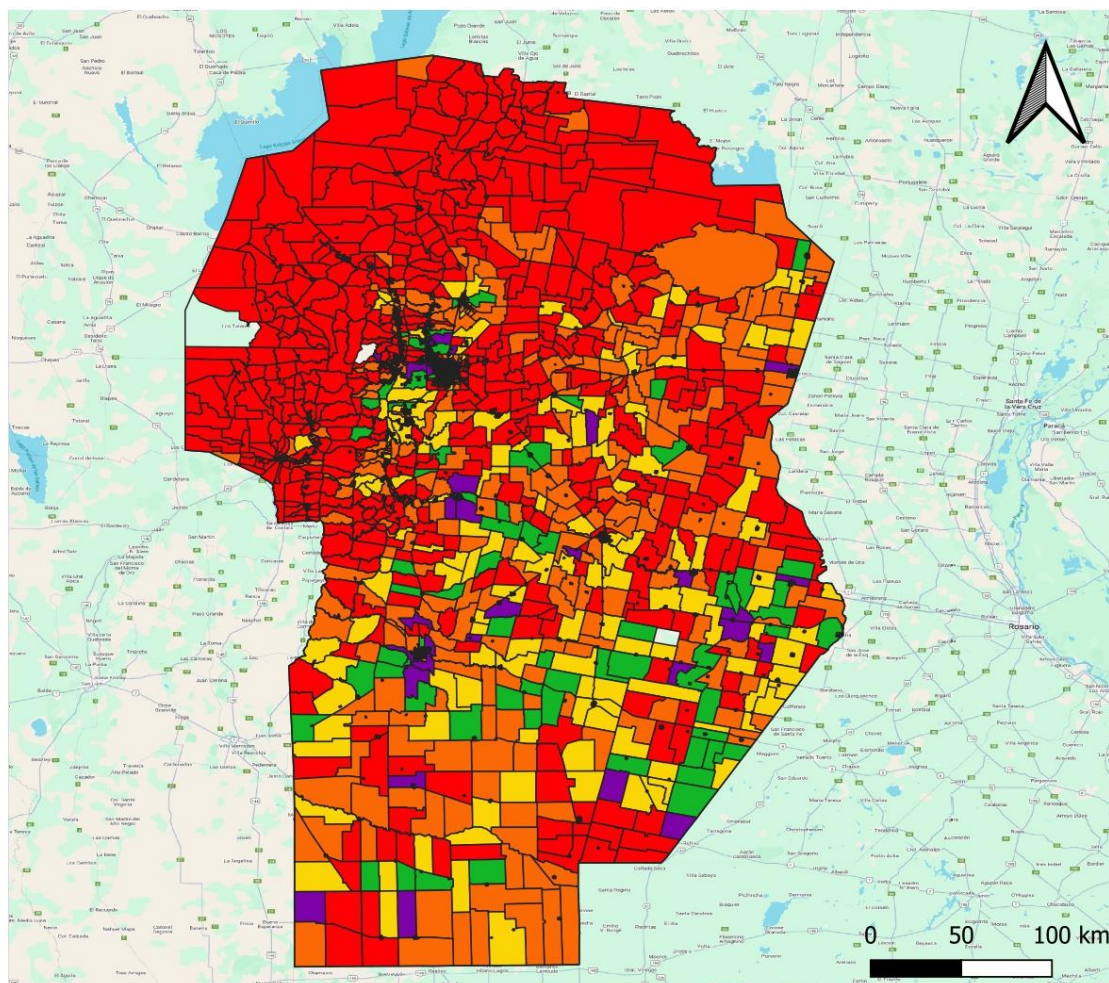
IVT
Graduación Índice

- 0 - 11
- 11 - 17
- 17 - 22
- 22 - 28
- 28 - 97



unc
extensión

Figura 1: Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) para la ciudad de Córdoba



Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) para la provincia de Córdoba

IVT
Graduación Índice

- 0 - 11
- 11 - 17
- 17 - 22
- 22 - 28
- 28 - 97



unc
extensión

Figura 2: Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) para la provincia de Córdoba

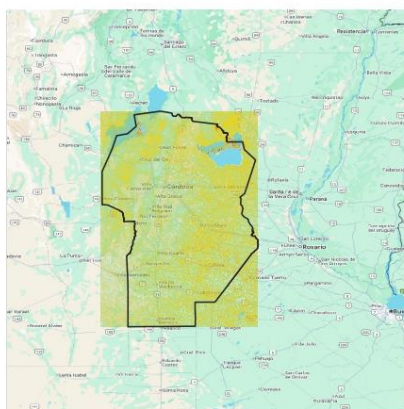
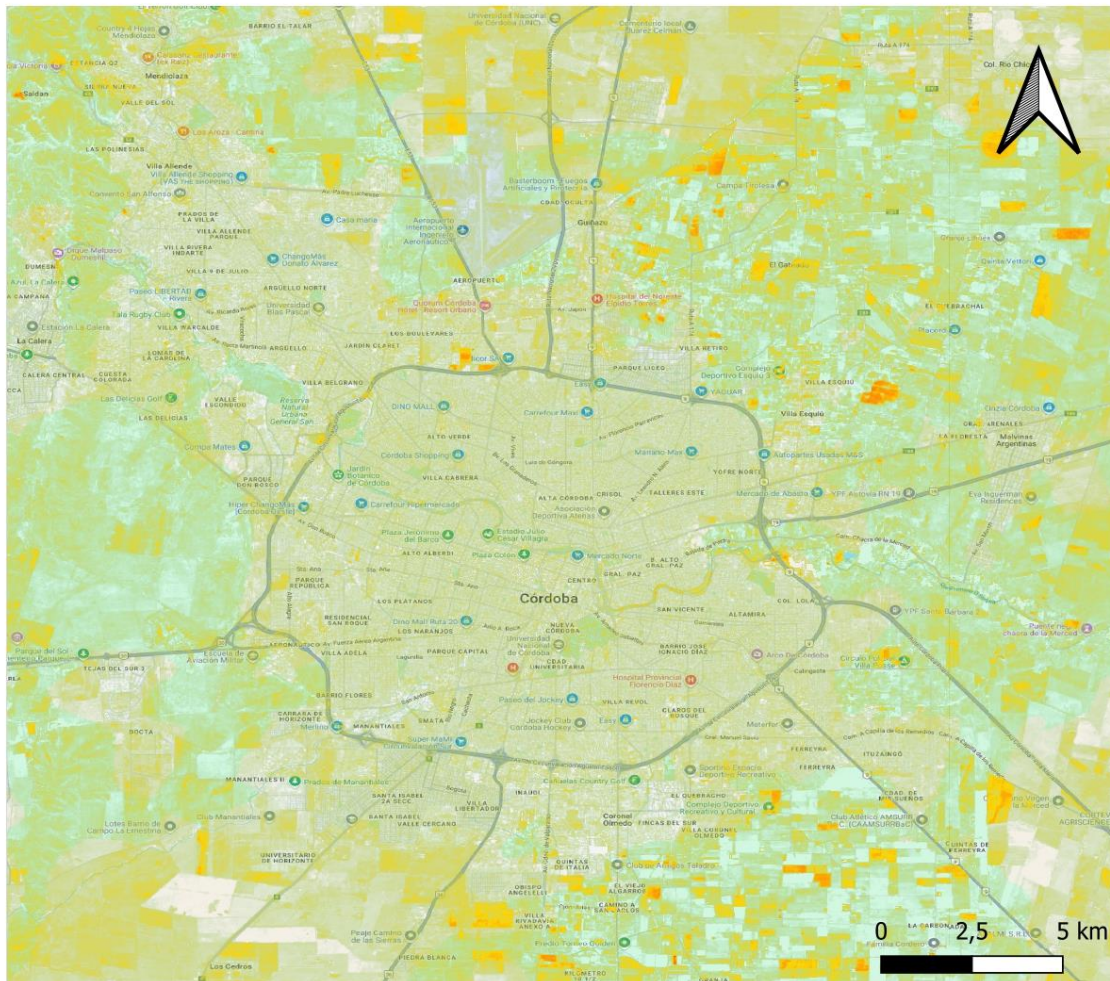
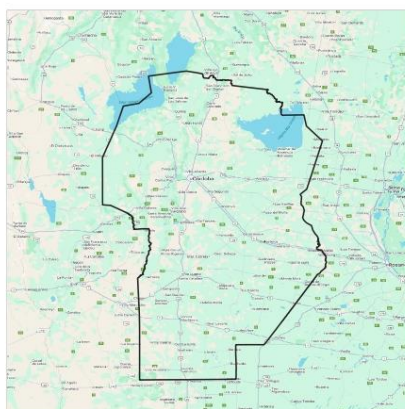
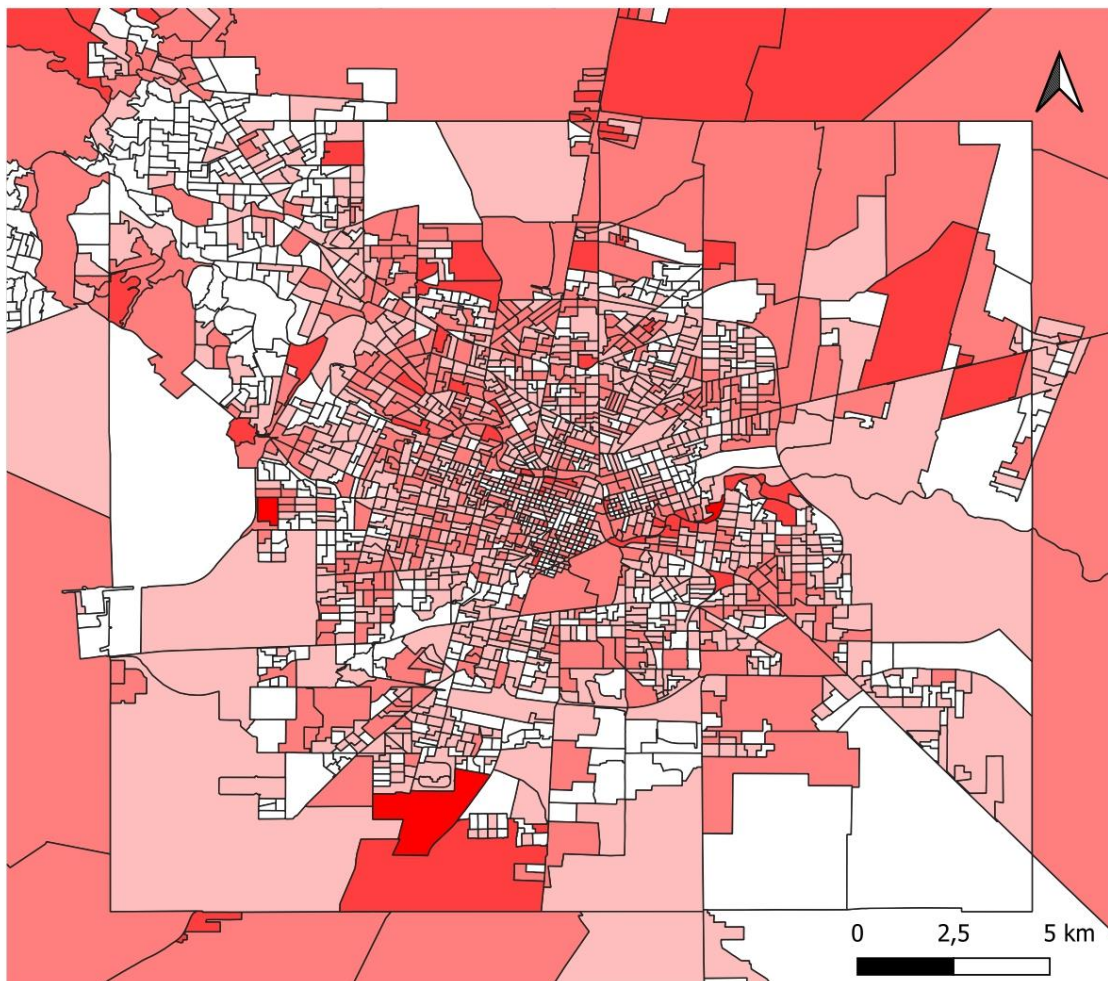
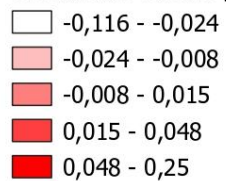


Figura 3: Delta DNBI para la ciudad de Córdoba



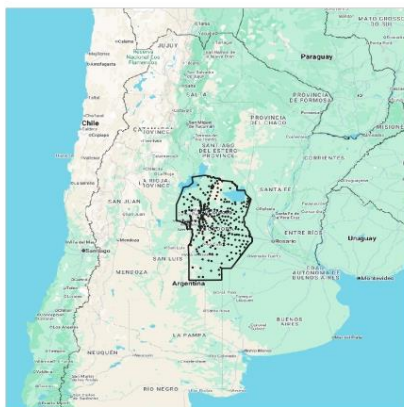
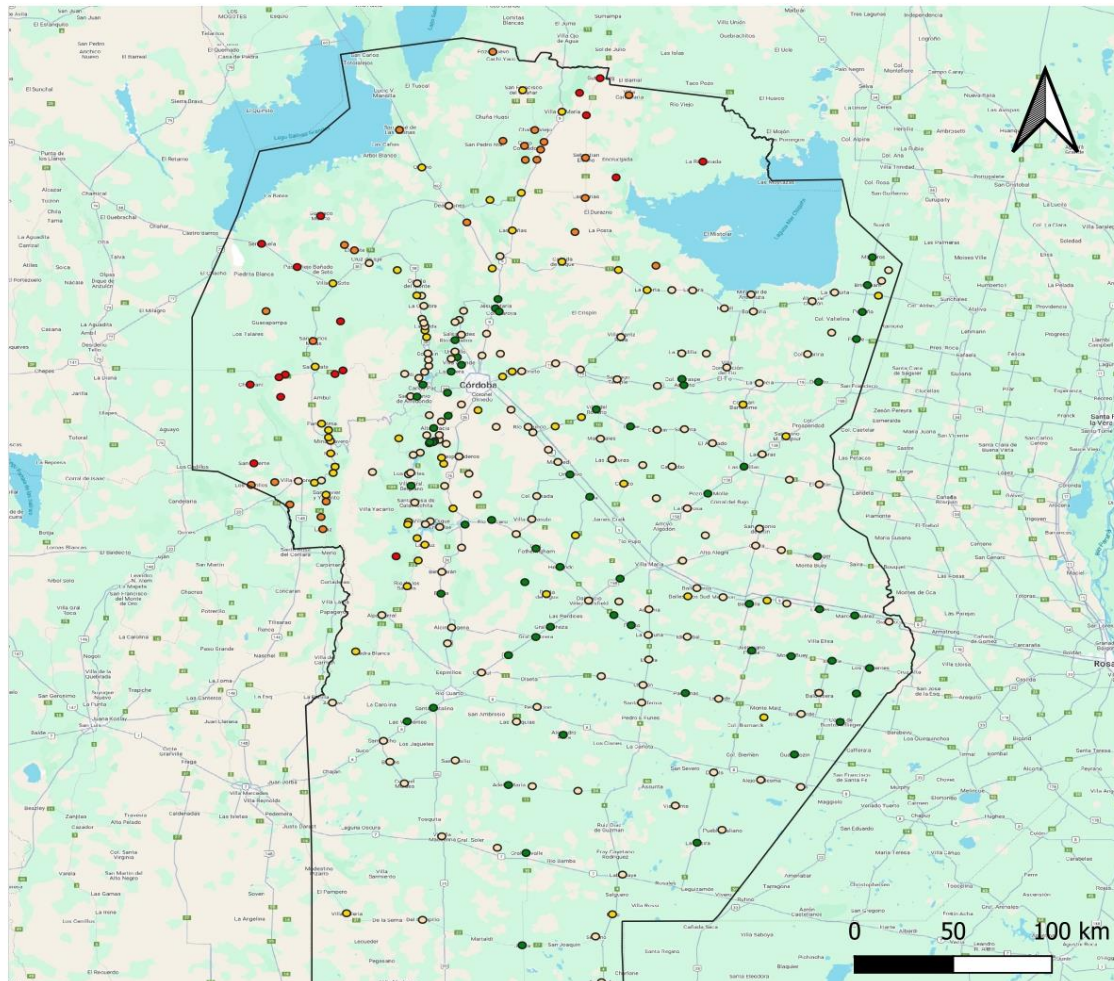
Mapa de crecimiento urbano por radio censal para la ciudad de Córdoba

Delta NDBI
Crecimiento Urbano por Radio Censal



unc
extensión

Figura 4: Crecimiento urbano por radio censal para la ciudad de Córdoba



Índice de Vulnerabilidad Territorial (IVT) promedio para cada UP en un radio de 2km

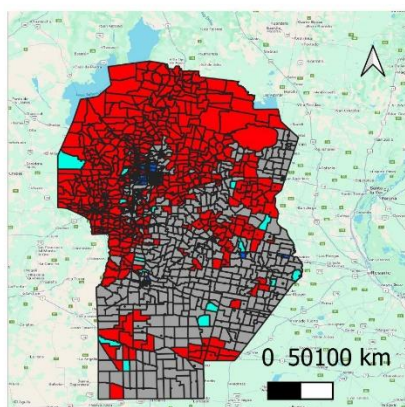
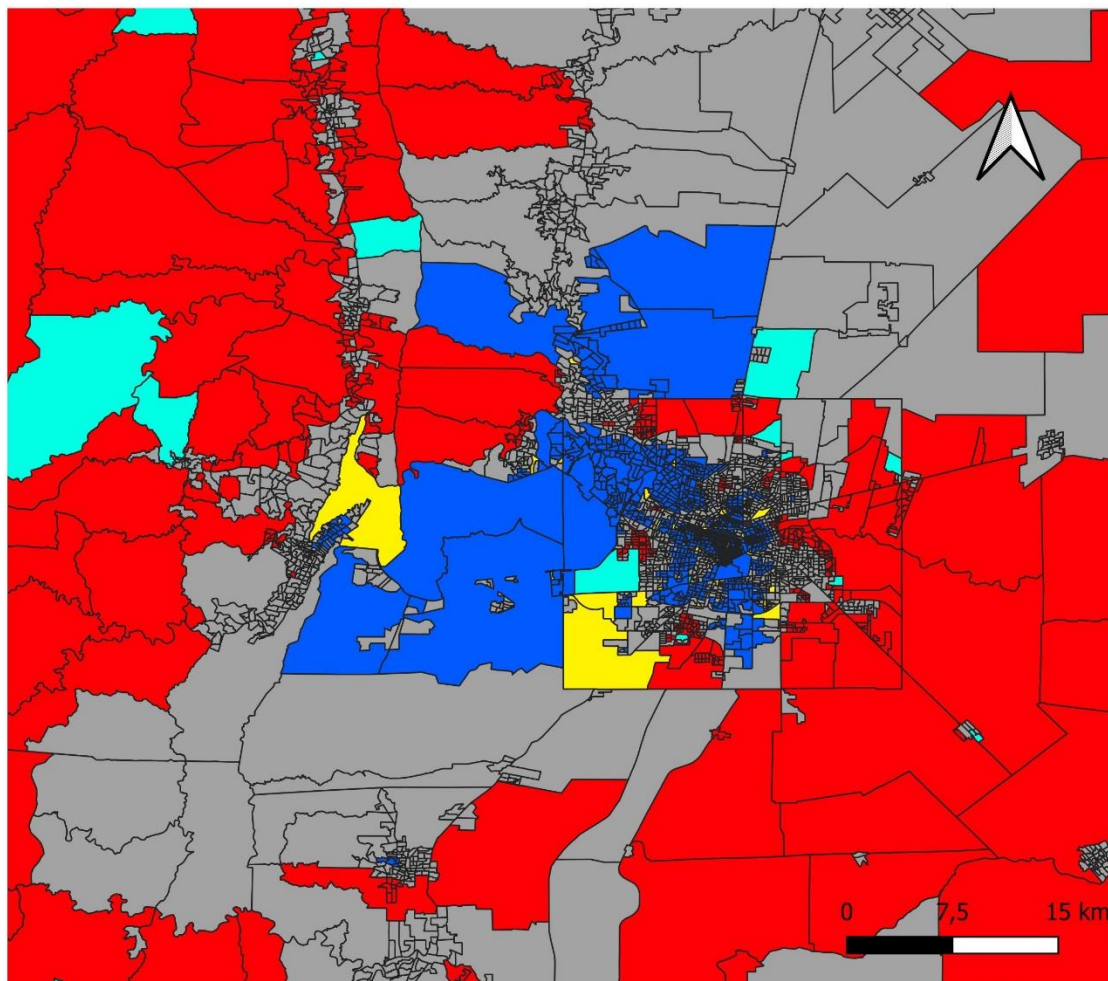
Universidades Populares
 Graduación IVT para cada UP

- 12 - 20
- 20 - 27
- 27 - 34
- 34 - 42
- 42 - 49



unc
 extensión

Figura 5: IVT promedio para cada Universidad Popular en un radio de 2km



Análisis de Autocorrelación Espacial Local (LISA) Local Moran's I

- Local Moran's I
- Not significant
 - High - High
 - High - Low
 - Low - High
 - Low - Low



unc
extensión

Figura 6: Análisis Autocorrelación Espacial Local, ciudad de Córdoba y alrededores

