

Capítulo 1

Análisis geoespacial en valuación inmobiliaria: a partir del uso de mapas de calor en el mercado norte de México

Jesús Emilio Hernández Bernal¹

Erika Chávez Nungaray¹

Alonso Hernández Guitrón¹

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26000763>



¹ Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Baja California.

Resumen

El mercado inmobiliario del norte de México se ha transformado aceleradamente debido al crecimiento urbano, la relocalización industrial y la presión que ejercen los flujos transfronterizos. En ciudades como Tijuana, estas dinámicas generan un territorio fragmentado, donde conviven zonas de alta plusvalía con áreas periféricas marcadas por rezago urbano y desigualdad socioespacial. En este contexto, el análisis geoespacial se vuelve una herramienta clave para comprender cómo se distribuye el valor del suelo y qué factores territoriales influyen en su comportamiento. Este trabajo analiza el uso de mapas de calor como instrumento visual y metodológico para identificar patrones espaciales de valorización inmobiliaria. A partir de una base de datos georreferenciada de precios de vivienda en Tijuana, se aplicó el método de Densidad de Kernel para representar zonas de concentración de valor. Los resultados muestran una ciudad profundamente desigual: mientras los corredores consolidados, como Zona Río, Agua Caliente y áreas centrales, concentran los valores más altos, las periferias presentan precios bajos asociados a menor infraestructura, accesibilidad limitada y condiciones urbanas precarias. Este patrón coincide con teorías clásicas de localización urbana (Alonso, Von Thünen) y con estudios recientes sobre expansión periférica y fragmentación territorial en Tijuana. El análisis confirma que los mapas de calor permiten visualizar de manera inmediata las lógicas espaciales del mercado inmobiliario, ofreciendo insumos valiosos para la planeación urbana, la gestión del suelo y la toma de decisiones públicas y privadas. Aunque la muestra utilizada es preliminar, el ejercicio demuestra el potencial de integrar SIG, datos abiertos y técnicas de interpolación para construir diagnósticos territoriales más precisos.

Introducción

El mercado inmobiliario del norte de México se configura como un espacio de alta complejidad territorial, marcado por la convergencia entre dinámicas industriales, procesos de urbanización acelerada y una creciente valorización del suelo en contextos de frontera. Estados como Baja California, Sonora, Chihuahua y Nuevo León concentran una parte significativa de la actividad manufacturera del país, impulsada por el fenómeno del Nearshoring y la relocalización de cadenas productivas, lo que ha intensificado la demanda de suelo industrial y vivienda para trabajadores especializados.

La región norte de México se caracteriza por su estrecha vinculación con Estados Unidos, lo que genera flujos constantes de capital, personas y mercancías, y configura un mercado inmobiliario binacional con lógicas diferenciadas respecto al resto del país. A pesar de su dinamismo económico, el norte mexicano enfrenta profundas desigualdades territoriales, fragmentación urbana y procesos de exclusión habitacional que tensionan el acceso equitativo al espacio urbano. En este marco, Tijuana emerge como un caso paradigmático: es la sexta zona metropolitana más poblada del país y ha mantenido un crecimiento demográfico constante, con una tasa de aproximadamente 1,3 % anual entre 2010 y 2020, ligeramente superior al promedio nacional.

Este aumento sostenido ha derivado en una expansión urbana caracterizada por procesos de planificación periférica improvisada, fragmentada y con escasa articulación territorial. Como advierten Marcial Ramírez et al. (2024), la distribución de la vivienda en la ciudad evidencia una lógica desigual, en la que los desarrollos habitacionales se alejan del centro urbano y se localizan en zonas con menor acceso a servicios, profundizando así las brechas socioespaciales.

En este contexto de crecimiento urbano acelerado y disperso, los mapas de calor se consolidan como una herramienta visual eficaz para identificar patrones espaciales de concentración, demanda y transformación del territorio. Un mapa de calor es una visualización geoespacial que representa la intensidad de una variable mediante escalas de color, lo que permite identificar rápidamente zonas de alta o baja

concentración de fenómenos urbanos, como la valorización inmobiliaria (Agarwal et al., 2021).

Su utilidad en la valuación radica en su capacidad para mostrar patrones de concentración de precios por metro cuadrado, niveles de demanda o presión inmobiliaria en determinadas áreas. A través del análisis geoespacial, estas representaciones permiten detectar zonas con alta densidad de oferta o valorización inmobiliaria, facilitando la toma de decisiones en planificación urbana, desarrollo habitacional o inversión (Pampoore Thampi et al., 2021; Wu et al., 2021).

Como señalan Agarwal et al., (2021), los mapas de calor permiten representar precios inmobiliarios con precisión espacial, y es destacable la posibilidad de su integración con sistemas de información geográfica (SIG), como una herramienta clave en los modelos de valuación contemporáneos (Wachter et al., 2005). Además, estudios como el de Chen et al. (2016) han demostrado su utilidad para detectar dinámicas de valorización asociadas a la infraestructura urbana y las condiciones de accesibilidad.

En ciudades como Tijuana, donde la expansión periférica ha sido poco articulada y donde se profundizan las desigualdades territoriales (Marcial Ramírez et al., 2024), se vuelve indispensable contar con herramientas analíticas que permitan visualizar y comprender las dinámicas espaciales que estructuran el territorio urbano. Los mapas de calor se presentan como una alternativa poderosa para analizar fenómenos complejos como la concentración del valor inmobiliario o la localización de zonas de alta demanda habitacional. A través de técnicas de análisis geoespacial, es posible representar visualmente las áreas de mayor intensidad inmobiliaria, ofreciendo insumos valiosos tanto para la planeación urbana como para la toma de decisiones públicas y privadas.

Por ello, el uso de mapas de calor no solo permite observar el presente urbano, sino también proyectar escenarios futuros con mayor precisión y enfoque territorial. Este ensayo presenta datos que muestran que los mapas de calor, aplicados a la valuación inmobiliaria en Tijuana, permiten identificar patrones espaciales de valor y concentración de demanda, lo que mejora los procesos de análisis urbano y toma de decisiones.

Aspectos teóricos

El análisis geoespacial ha cobrado relevancia internacional en el estudio y gestión del mercado inmobiliario, al facilitar la comprensión de fenómenos complejos vinculados con la valorización del suelo, la localización óptima de desarrollos y la distribución espacial de la demanda. En países como Estados Unidos, Reino Unido y China, su aplicación ha permitido construir modelos de predicción de precios mediante datos georreferenciados y visualizaciones interactivas que integran variables urbanas, sociales y ambientales (Chen et al., 2016; Wachter et al., 2005). Por ejemplo, Agarwal et al. (2021) desarrollaron mapas de calor tridimensionales que representan con alta precisión la variación de precios inmobiliarios en entornos urbanos densos, específicamente en Singapur. En América Latina, iniciativas como las de la empresa Predik Data-Driven, que realiza diversos estudios de mercado y modelos predictivos con Big Data, han comenzado a incorporar mapas de calor para la toma de decisiones de inversión en ciudades emergentes.

Esta evolución metodológica ha sido posible gracias a la disponibilidad actual de grandes cantidades de datos, constantemente generados por fuentes como redes sociales, sensores o transacciones, y a una velocidad casi instantánea y suficientemente confiable como para dar lugar a predicciones fidedignas (Marr, 2016). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen un conjunto de software y procedimientos que permiten trabajar con datos geoespaciales para generar información referenciada geográficamente (Longley et al., 2015), con lo que se consolida el análisis geoespacial como un componente esencial en la inteligencia territorial aplicada al sector inmobiliario.

Diversos estudios han demostrado la utilidad de los mapas de calor como herramienta para representar y analizar el comportamiento del mercado inmobiliario. Agarwal et al. (2021) desarrollaron mapas de calor tridimensionales para visualizar la variación del precio de la vivienda en Chicago, integrando datos de oferta, demanda y morfología urbana mediante sistemas de información geográfica (SIG). En China, Chen et al. (2016) aplicaron análisis espacial con mapas de calor para estudiar la distribución de los precios del suelo residencial en Jimo City, revelando

correlaciones entre valorización y cercanía a servicios. En México, la consultora *Predik Data-Driven* ha empleado mapas de calor basados en datos de movilidad, puntos de interés y dinámicas de consumo para identificar zonas de alto potencial inmobiliario en ciudades fronterizas y turísticas. Estos trabajos coinciden en que los mapas de calor no solo facilitan la visualización de zonas de alta o baja valorización, sino que también ofrecen una lectura inmediata de las dinámicas territoriales que afectan la toma de decisiones en inversión, planificación urbana y desarrollo habitacional.

En el ámbito local, varios trabajos han aplicado enfoques geoespaciales y económicos para entender la dinámica del mercado inmobiliario en Tijuana. Por ejemplo, Gutiérrez (2024) reporta que la verticalización en áreas como Zona Río y Agua Caliente ha impulsado un aumento de 17 % en el precio por metro cuadrado durante el primer trimestre de 2024, lo que evidencia la correlación entre densificación y valorización urbana. De manera complementaria, un estudio de Méndez Mungaray (2013), con datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano del Ayuntamiento de Tijuana (2009, citado en Méndez Mungaray, 2013), analizó la ubicación de fraccionamientos cerrados en el periurbano, mostrando patrones de dispersión que recomiendan integrar herramientas geográficas para mejorar la planificación. La conclusión de este estudio es que los desarrollos habitacionales cerrados en el periurbano se han ido conformando cada vez más con un mayor número de viviendas de dimensiones reducidas, y que su distribución geográfica se presenta en zonas cada vez más alejadas de la franja periurbana, donde aún se carece de una suficiente infraestructura urbana y servicios (Méndez Mungaray, 2013).

Por otro lado, Hernández Guitrón (2023) exploró las percepciones de especialistas sobre la densificación urbana en Tijuana, identificando áreas como Zona Río, Otay y Playas como nodos de alta valorización, lo que resalta la importancia de vincular mapas de calor con decisiones de política urbana.

A pesar del creciente interés por el análisis geoespacial aplicado al mercado inmobiliario a nivel global, y de la disponibilidad de estudios sobre la expansión urbana y valorización en Tijuana, existe una notable carencia de investigaciones que utilicen específicamente mapas de calor

para identificar patrones espaciales de valor y demanda en esta ciudad fronteriza. Los trabajos antes mencionados han abordado la dinámica de precios y la distribución de desarrollos habitacionales, pero no han incorporado técnicas visuales avanzadas que permitan una lectura rápida y comprensiva de estas dinámicas a través de la representación geoespacial intensiva. Esta brecha limita la capacidad de planificadores, inversionistas y autoridades locales para tomar decisiones basadas en evidencia visual y espacial clara, lo que subraya la necesidad y relevancia del presente estudio para aportar herramientas metodológicas innovadoras que mejoren la comprensión del mercado inmobiliario tijuanaense.

Análisis Geoespacial

El análisis geoespacial es el conjunto de técnicas y métodos empleados para examinar, interpretar y modelar datos que están vinculados a ubicaciones geográficas específicas. Este enfoque permite explorar patrones, relaciones y tendencias en el espacio, utilizando herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), teledetección, análisis estadístico espacial y visualización cartográfica. En esencia, el análisis geoespacial facilita la comprensión de fenómenos territoriales al integrar dimensiones espaciales con variables socioeconómicas, ambientales y demográficas, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones informadas en campos como la planificación urbana, la gestión ambiental y la valuación inmobiliaria (Goodchild, 2007; Longley et al., 2015).

Mapas de calor

Los mapas de calor son representaciones gráficas que visualizan la densidad o intensidad de un fenómeno sobre un área geográfica mediante gradientes de color. Se utilizan en análisis espacial para identificar zonas de concentración o patrones en los datos georreferenciados.

Tipos principales:

- **Densidad de puntos:** Representa la concentración de eventos o ubicaciones específicas (por ejemplo, viviendas vendidas) en un área dada.

- Interpolación: Calcula valores estimados para áreas no muestreadas usando datos conocidos, produciendo superficies continuas que reflejan variaciones de precios inmobiliarios.
- Mapas de calor de kernel (Kernel Density Estimation): Método estadístico para estimar la densidad de eventos en el espacio, suavizando la distribución para identificar hotspots.

Estas técnicas permiten detectar zonas de alta demanda, sobrevaloración o baja actividad, fundamentales para la toma de decisiones en el sector inmobiliario (Agarwal et al., 2021; Chen et al., 2016).

Valuación inmobiliaria

La valuación inmobiliaria es el proceso de estimar el valor económico de un bien inmueble, basado en características físicas, ubicación y condiciones del mercado (IVS, 2022).

- Métodos tradicionales: Incluyen enfoques como el método comparativo de mercado, método de costo y método de capitalización de ingresos. Se basan en datos históricos y comparables para determinar el valor (IVS, 2022).
- Métodos con SIG: Incorporan datos espaciales y análisis geoespaciales para mejorar la precisión de la valuación. Permiten integrar variables geográficas, como proximidad a servicios, accesibilidad y características del entorno, usando mapas temáticos, modelos hedónicos y análisis espacial (Wachter et al., 2005; Predik Data Driven, 2024). El uso de SIG en valuación representa una evolución hacia modelos más dinámicos y sensibles al espacio.

Teorías acerca del análisis del mercado inmobiliario urbano

Las teorías relativas al mercado inmobiliario urbano ya se analizaron en textos económicos clásicos como los de David Ricardo (1817), y siguen empleándose como base para los nuevos estudios, aunque se complementan con las nuevas tecnologías. Es por eso que conviene retomar aquí las más importantes.

- **Oferta-demanda espacial:** Establece que el valor de la propiedad se determina por la interacción entre la oferta de bienes inmuebles y la demanda de los compradores en un espacio geográfico determinado. Las restricciones espaciales influyen en la accesibilidad y disponibilidad (Alonso, 1964).
- **Teoría del valor del suelo:** Propone que el valor de la tierra está condicionado por factores como la localización, la accesibilidad a centros económicos y servicios, y las regulaciones urbanas (Alonso, 1964; Ricardo, 1817).
- **Teoría de localización urbana:** Explora cómo las características espaciales y funcionales afectan la distribución del valor inmobiliario y la organización de la ciudad (Von Thünen, 1966).

Estas teorías fundamentan el análisis geoespacial al explicar cómo y por qué varía el valor de la propiedad según la localización.

Elementos espaciales que influyen en el valor inmobiliario

De acuerdo con la que ya adelantaba Ricardo en el siglo XIX, diversos factores espaciales impactan directamente en la valorización de bienes inmuebles.

- **Proximidad a servicios:** Cercanía a escuelas, hospitales, comercios y áreas recreativas aumenta la demanda y valor.
- **Acceso a transporte:** Disponibilidad de transporte público o vías principales mejora la conectividad y eleva precios (Gutiérrez, 2024).
- **Zonas de riesgo:** Áreas susceptibles a inundaciones, deslizamientos o contaminación suelen presentar menor valorización.
- **Características del entorno:** Calidad ambiental, seguridad y desarrollo urbano influyen en la percepción del valor.
- Estos elementos pueden ser integrados en modelos espaciales para una valuación más completa y realista (Longley et al., 2015).

Aspectos metodológicos

La metodología de este trabajo se fundamenta en la aplicación de herramientas geoespaciales para la representación y análisis del valor inmobiliario en el municipio de Tijuana, integrando datos de mercado con técnicas de interpolación espacial. La primera etapa consistió en la recolección y depuración de información georreferenciada centrada en precios de venta de inmuebles publicados en plataformas especializadas como Inmuebles24, Lamudi y Viva Anuncios. Estas fuentes proporcionaron datos actualizados sobre el valor por metro cuadrado, tipología del inmueble y ubicación aproximada, lo que permitió construir una base empírica representativa del comportamiento del mercado local.

A diferencia de los avalúos convencionales que incorporan variables físicas, urbanas y socioeconómicas, este ejercicio metodológico se focalizó exclusivamente en el precio de venta como variable principal con el objetivo de generar una visualización territorial directa de la distribución del valor. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de limpieza, normalización y estructuración de datos, que incluyó la corrección de inconsistencias, eliminación de duplicados y estandarización de campos clave (precio, ubicación, tipo de inmueble). Como resultado, se consolidó una matriz de datos compuesta por 37 registros georreferenciados, lista para su integración en entornos SIG.

Una vez estructurada la base, se procedió al ingreso de la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG), lo que permitió vincular atributos no espaciales con coordenadas geográficas precisas. Esta transformación de datos tabulares en entidades espaciales habilitó su visualización territorial y el desarrollo de análisis multivariable. Mediante la asignación de latitud y longitud a cada registro, se generaron puntos georreferenciados que representan espacialmente los valores inmobiliarios, los cuales fueron proyectados sobre mapas base, específicamente OpenStreetMap, para contextualizar su ubicación en relación con la infraestructura urbana y el equipamiento territorial.

Para estimar la concentración espacial del valor inmobiliario, se aplicó el método de Densidad Kernel, técnica que permite generar superficies continuas a partir de puntos de datos, identificando zonas de alta y baja

densidad de valor. Esta interpolación facilita la detección de áreas con mayor plusvalía, así como zonas de marginación o vulnerabilidad territorial. El resultado es una representación cartográfica mediante gradientes cromáticos, que traduce información numérica en patrones visuales intuitivos y técnicamente robustos.

La elaboración del mapa de calor implicó una selección cuidadosa de la simbología, empleando escalas de color que favorecen la interpretación técnica y social del fenómeno. Los colores cálidos (rojo, naranja) fueron utilizados para representar zonas de mayor valor, mientras que los tonos fríos (verde, azul) indicaron áreas de menor concentración. La inclusión de leyendas claras y mapas de localización complementó la comprensión del análisis, asegurando su utilidad tanto para especialistas como para actores institucionales.

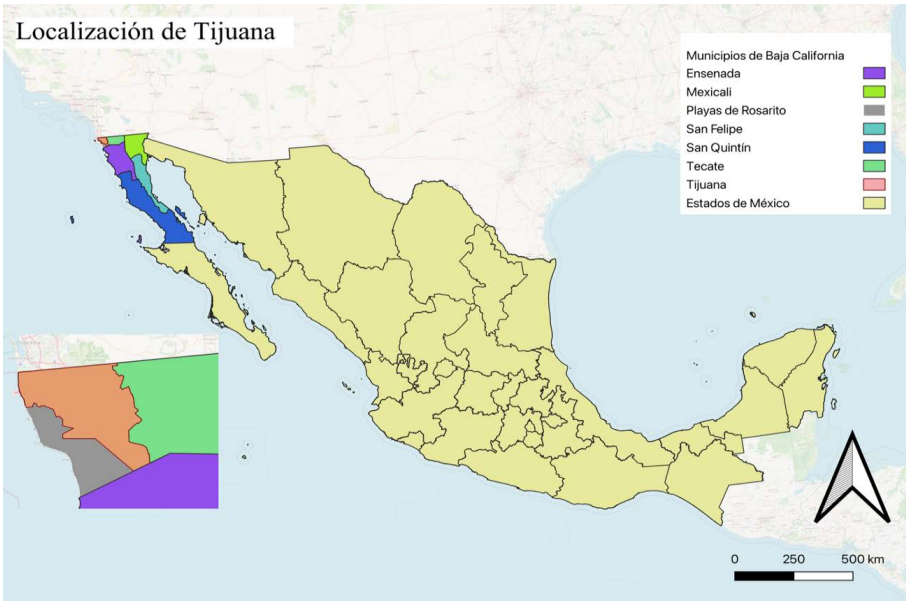
Este enfoque permitió una visualización precisa y dinámica de las tendencias inmobiliarias en Tijuana, facilitando el análisis de concentración de valor y demanda habitacional en el territorio urbano, con los resultados que se presentan a continuación.

Resultados

Contexto territorial de Tijuana

El municipio de Tijuana se localiza en el extremo noroeste de México, dentro del estado de Baja California, colindando al norte con el condado de San Diego (California, USA), al este con Tecate, al sur con Ensenada y Playas de Rosarito, y al oeste con el Océano Pacífico (Figura 1). Esta posición geográfica estratégica ha convertido a Tijuana en un nodo fronterizo de alta complejidad territorial, caracterizado por procesos intensos de migración, urbanización acelerada y transformación socioeconómica.

Figura 1. Localización del Municipio de Tijuana



Fuente: Elaboración propia, 2025

Con una extensión territorial de aproximadamente 1239.49 km², Tijuana representa el 1,73 % de la superficie estatal, siendo el segundo municipio con menor área en Baja California. Sin embargo, su densidad poblacional y dinámica metropolitana la posicionan como una de las 59 ciudades centrales del país, con una población que supera los 1,8 millones de habitantes en su núcleo urbano y más de 2,1 millones en su zona metropolitana.

La Zona Metropolitana de Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito (ZMT-TPR) se configura como un sistema urbano de alta integración funcional, donde las actividades económicas, sociales y de movilidad rebasan los límites municipales, generando una estructura territorial interdependiente. Esta zona se caracteriza por una fuerte presencia de la industria maquiladora, corredores logísticos, comercio transfronterizo y asentamientos informales, lo que genera contrastes marcados entre zonas de alta plusvalía y áreas de marginación urbana.

Valores inmobiliarios

La distribución del valor de la vivienda en Tijuana —a partir de la muestra recopilada— constituye una representación del comportamiento espacial del valor por vivienda en el municipio de Tijuana para obtener la representación cartográfica del comportamiento de los valores de la vivienda mediante el mapa de calor. Este mapa permite visualizar patrones de concentración, identificar zonas de plusvalía y revelar contrastes territoriales que resultan fundamentales para la planeación urbana, la gestión del suelo y los procesos de acreditación académica vinculados a eficiencia territorial.

El análisis espacial revela una distribución heterogénea del valor inmobiliario en Tijuana. Las áreas con mayor concentración de valor se localizan en sectores consolidados, con buena conectividad vial y proximidad a servicios urbanos, lo que sugiere una correlación directa entre infraestructura, accesibilidad y plusvalía. Estas zonas se visualizan en el mapa mediante manchas rojas intensas, que se agrupan en polígonos definidos, indicando una lógica de concentración territorial (Figura 2). En contraste, se observan sectores periféricos con baja densidad de valor, caracterizados por menor intensidad cromática o ausencia de sombreado. Estas áreas suelen coincidir con colonias de reciente urbanización, asentamientos irregulares o zonas con déficit de equipamiento urbano, lo que evidencia procesos de fragmentación territorial y desigualdad en la distribución del valor del suelo.

Los resultados coinciden con las expectativas teóricas basadas en estudios urbanos y socioeconómicos de Tijuana: zonas céntricas y con mejor acceso a servicios tienden a mostrar precios más altos, mientras que las áreas periféricas o menos desarrolladas exhiben precios más bajos. La visualización confirma estos patrones y permite identificar áreas específicas de interés para estudios posteriores o intervenciones urbanísticas.

Figura 2. Mapa de calor del valor de la vivienda en Tijuana

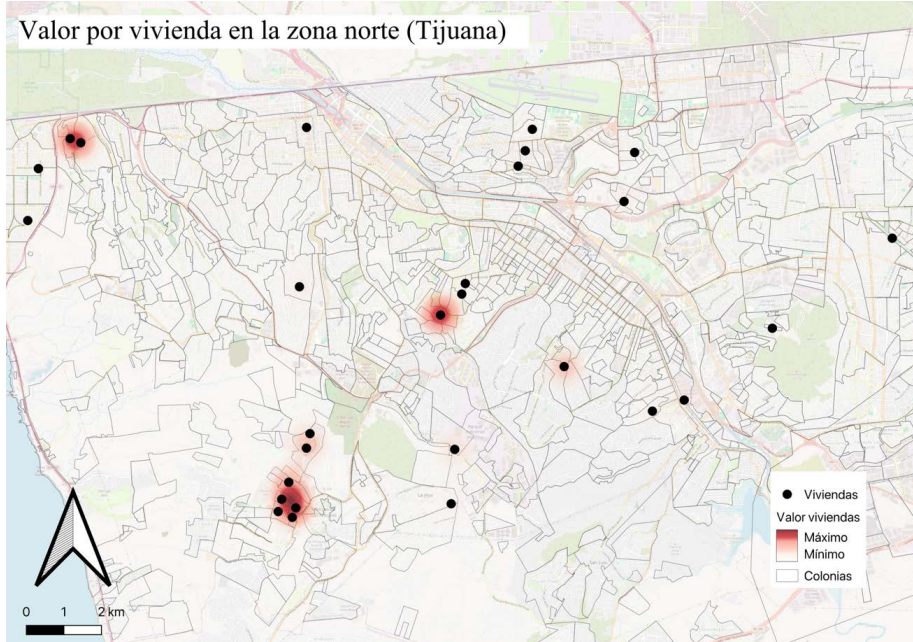


Figura 2. Mapa de calor del valor de la vivienda en Tijuana

Los resultados del mapa de calor elaborado para la ciudad de Tijuana revelan una distribución espacial heterogénea de los valores inmobiliarios, con concentraciones claramente diferenciadas de zonas de mayor y menor presión del mercado. Esta concentración responde a factores espaciales, funcionales y socioeconómicos que pueden explicarse mediante teorías clásicas de localización urbana y modelos contemporáneos de análisis territorial.

En primer lugar, la distribución observada guarda relación con el modelo de renta del suelo propuesto por Alonso (1964), según el cual los precios más altos se concentran en áreas con mayor accesibilidad y cercanía a los centros de actividad económica. En el caso de Tijuana, esto se refleja en zonas adyacentes a los corredores de movilidad y áreas comerciales consolidadas, como las inmediaciones del bulevar Agua Caliente, Zona Río y otras áreas del primer cuadro urbano.

Asimismo, el patrón de valorización inmobiliaria es consistente con el modelo clásico de Von Thünen (1826), adaptado al entorno urbano,

que explica la estructuración concéntrica del valor del suelo en función de su proximidad al centro urbano y a los servicios. Sin embargo, este modelo se ve modificado por discontinuidades en la infraestructura, barreras físicas (como cañones y laderas), y es posible que también por la presencia de zonas de riesgo.

El comportamiento del mercado inmobiliario en Tijuana refleja una correlación espacial positiva, en la que zonas con altos valores tienden a agruparse entre sí. En otros estudios, como el de Marcial Ramírez et al. (2024), se utilizan datos georreferenciados para mostrar que el precio por metro cuadrado de la vivienda en Tijuana, aumenta conforme nos desplazamos a la periferia, asociando este fenómeno con diferencias en los ingresos y también con las dificultades del terrero que se presentan en estas zonas.

Para interpretar con más precisión los resultados, en estudios posteriores pueden relacionarse con variables que puedan explicar la distribución observada, como la infraestructura vial, ya que se esperaría que las zonas con mayores valores se encuentren cerca de estas. Además, la presencia de escuelas, hospitales o centros comerciales también podría estar influyendo. Estas zonas corresponderían también a áreas de mayor nivel socioeconómico, siendo otra variable que podría estar relacionada. Por otro lado, zonas con menor presión inmobiliaria se localizan en la periferia urbana, con menor conectividad y, en algunos casos, en zonas que podrían ser de riesgo o con alta presencia industrial.

Sin embargo, es de resaltar que el análisis realizado también presenta limitaciones significativas. En primer lugar, el análisis se realizó utilizando únicamente 37 registros geolocalizados con datos de precios, lo cual limita la representatividad estadística y espacial del resultado. Esta muestra limitada puede afectar la representatividad y granularidad de los resultados, por lo que los patrones detectados son preliminares y requieren ampliación con un conjunto de datos más robusto para obtener conclusiones definitivas.

El precio de una propiedad es una variable con alto grado de subjetividad, ya que depende no solo de características físicas o ubicación, sino también de factores sociales, históricos y simbólicos (Nadler, 2018; Manganelli et al., 2023). Estos son factores que también se podrían tener

en cuenta para futuros estudios. Asimismo, los precios cambian con rapidez y la visualización representa únicamente un momento específico, sin información temporal.

En el caso particular de Tijuana, estos mapas tienen implicaciones importantes. Como ciudad fronteriza en expansión, Tijuana enfrenta desafíos relacionados con la gentrificación, el crecimiento desordenado y las desigualdades territoriales. Aunque los resultados obtenidos son preliminares y deben interpretarse con cautela, pueden constituir el punto de partida para realizar investigaciones más detalladas, con una muestra mayor y que incluya las variables que pueden estar influyendo en la distribución observada.

Conclusión

Este trabajo exploró el uso de herramientas geoespaciales para analizar la distribución de precios inmobiliarios en Tijuana mediante un mapa de calor interactivo. Los hallazgos clave sugieren una clara diferenciación espacial del mercado inmobiliario: algunas zonas muestran acumulación de precios elevados, lo que podría asociarse con procesos de valorización, plusvalía o gentrificación; mientras que otras presentan valores más bajos o carecen de suficiente información, lo que puede indicar rezago urbano o falta de desarrollo.

Más allá del valor visual, el uso de herramientas geoespaciales como los mapas de calor representa un recurso fundamental para la toma de decisiones urbanas. Permite a gobiernos, desarrolladores y ciudadanía identificar zonas críticas, priorizar inversiones en infraestructura, y anticipar dinámicas de transformación territorial. Incorporar este tipo de análisis en las políticas públicas podría facilitar una planificación más equitativa, eficiente y basada en evidencia. Esta capacidad de síntesis espacial resulta especialmente útil para actores como planeadores urbanos, inversionistas, desarrolladores y tomadores de decisiones públicas.

Sin embargo, también se evidenció la importancia de trabajar con bases de datos más amplias, actualizadas y validadas, así como de complementar este tipo de análisis con enfoques cualitativos que tomen en cuenta la experiencia de los habitantes y la historia de cada zona.

Como línea de trabajo futuro, se propone desarrollar modelos predictivos de precios que integren técnicas de inteligencia artificial, aprendizaje automático y geolocalización. Estos modelos podrían utilizar no solo variables económicas, sino también sociales, ambientales y de movilidad, permitiendo anticipar cambios en el mercado inmobiliario y apoyar decisiones más sostenibles a nivel urbano.

En suma, este ejercicio demuestra el valor de combinar datos, espacio y visualización como una forma poderosa de comprender la ciudad, revelar desigualdades ocultas y fomentar una toma de decisiones más informada y justa.

Referencias bibliográficas

- Agarwal, S., Fan, Y., McMillen, D. P. y Foo Sing, T. (2021). Tracking the pulse of a city—3D real estate price heat maps. *Journal of Regional Science*, 61(3), 543–569. <https://doi.org/10.1111/jors.12522>
- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Harvard University Press.
- Chen, M. L., He, S. J., Cui, J. F., Zhang, X. G., Liu, P. R., y Hao, R. (2016). Spatial analysis of residential land price in urban area of Jimo City based on GIS. En 2nd International Conference on Architectural, Civil and Hydraulics Engineering (ICACHE 2016). Kunming, China.
- El Imparcial. (5 de abril de 2022). Tijuana conforma la sexta aglomeración metropolitana del país, señalan estudios. *El imparcial*. <https://www.elimparcial.com/tij/tijuana/2022/04/05/tijuana-conforma-la-sexta-aglomeracion-metropolitana-del-pais-senalan-estudios/>
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., y Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Gutiérrez, F. (21 de mayo de 2024). Verticalización impulsa precio de la vivienda en Tijuana. *El Economista*. <http://bit.ly/44w1gRV>

- Hernández Guitrón, A. (2023). *Estrategia de densificación urbana y valor del suelo en Tijuana B.C., la opinión de los especialistas*. Revista De Arquitectura Y Urbanismo Taypi, 2(1), 49-60.
- INEGI (2020a). Presentación de resultados. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/Censo2020_Principales_resultados_ejecutiva_EUM.pdf
- INEGI. (2020b). Catálogo único de claves de áreas geoestadísticas estatales, municipales y localidades. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/>
- International Valuation Standards Council. (2021). International Valuation Standards (IVS 2022). IVSC.
- Lawhead, J. (2013). Learning Geospatial Analysis with Python. PACKT Publishing.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., y Rhind, D. W. (2015). Geographic information systems and science (4th ed.). Wiley.
- Manganelli, B., Tajani, F., De Paola, P. y Del Giudice, F. P. (2023). The Impact of the Historical–Architectural Component on Property Value. *Heritage*, 6(7), 4934-4955.
- Marcial Ramírez, E., Fuentes Contreras, R. I., y Salinas Solís, K. I. (2024). Vivienda e implicaciones sobre la desigualdad espacial: Tijuana, México, 2015–2021. *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 54, 139–159. <https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.24.054>
- Marr, B. (2016). *Big Data in Practice: How 45 Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results*. Wiley.
- Méndez Mungaray, E. (2013). Un acercamiento al estudio de los desarrollos habitacionales cerrados y su distribución geográfica en el espacio periurbano de Tijuana, Baja California. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Nueva época*, 4-5, 141-158.
- Nadler, J. (2018). The social psychology of property: Looking beyond market exchange. *Annual Review of Law and Social Science*, 14(1), 367–380.
- Pampoore-Thampi, A., Varde, A.S., y Yu, D. (2021). Mining GIS data to predict urban sprawl. arXiv, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.11338>
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of political economy and taxation*. Batoche Books.

- Von Thünen, J. H. (1966). Von Thünen's isolated state (C. M. Wartenberg, Trans.; P. Hall, Ed.). Pergamon Press. (Original de 1826).
- Wachter, S., Thompson, M. M., y Gillen, K. C. (2005). Geospatial analysis for real estate valuation models. En J.B. Pick (ed.) *Geographic Information Systems in Business*. 278-300. Idea Group Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-399-9.ch013>
- Wu, J., Frias-Martinez, E., y Frias-Martinez, V. (2021). Spatial sensitivity analysis for urban hotspots using cell phone traces. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(9), 2623-2639. <https://doi.org/10.1177/2399808320985843>

