

# Spatial-temporal analysis and characterization of crime in the Constitutional Province of Callao, february 2024: An approach based on spatial data mining

Jasmin Cutid-Aguero, Licenciada<sup>1</sup>, Katicsa Alarcon-Ventura, Maestra<sup>2</sup>, Carlos Canales-Escalante, Maestro<sup>3</sup>, Dennis Huaman-Yrigoin, Maestro<sup>4</sup>, Jhony-Alex Zarate-Bocanegra, Doctor<sup>5</sup>, Martin Solis-Tipian, Doctor<sup>6</sup> and Erika Zevallos-Vera, Doctora<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada del Norte, Lima, [N00073148@upn.pe](mailto:N00073148@upn.pe)

<sup>2,3,4,6,7</sup> Universidad Nacional del Callao, Centro de Investigación “Automatización para el Desarrollo”, [gkalarconv@unac.edu.pe](mailto:gkalarconv@unac.edu.pe), [cacanalese@unac.edu.pe](mailto:cacanalese@unac.edu.pe), [dhuamany@unac.edu.pe](mailto:dhuamany@unac.edu.pe), [masolist@unac.edu.pe](mailto:masolist@unac.edu.pe), [ejzevallosv@unac.edu.pe](mailto:ejzevallosv@unac.edu.pe)

<sup>3</sup>Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, [pciszar@upc.edu.pe](mailto:pciszar@upc.edu.pe)

**Abstract–** Effective management of public safety requires a deep understanding of crime dynamics. This study presents a spatio-temporal analysis of crime in the Constitutional Province of Callao, Peru, using data from official reports from February 2024. Using a quantitative approach, descriptive analysis and spatial data mining techniques were applied to characterize criminal activity. The methodology included Kernel Density Estimation (KDE) for the visual identification of hotspots and the DBSCAN clustering algorithm for the detection of criminal clusters.

The results showed a high concentration of crime, with the districts of Callao Cercado and Ventanilla accounting for almost 80% of incidents. Distinctive crime profiles were identified: a prevalence of property crimes in Callao Cercado and a high incidence of gender-based violence in Ventanilla. Spatial analysis identified statistically significant clusters, highlighting one with 317 incidents in Callao Cercado. It was concluded that crime is not random, but follows defined geographical patterns. These findings provide actionable intelligence for the design of targeted patrolling strategies and prevention policies adapted to each territorial reality.

**Keywords--** DBSCAN, Public Safety, Hotspots, spatial analysis.

# Análisis espacio-temporal y caracterización de la delincuencia en la Provincia Constitucional del Callao, febrero 2024: Un enfoque basado en minería de datos espacial

Jasmin Cutid-Aguero, Licenciada<sup>1</sup>, Katicsa Alarcon-Ventura, Maestra<sup>2</sup>, Carlos Canales-Escalante, Maestro<sup>3</sup>, Dennis Huaman-Yrigoin, Maestro<sup>4</sup>, Jhony-Alex Zarate-Bocanegra, Doctor<sup>5</sup>, Martin Solis-Tipian, Doctor<sup>6</sup> y Erika Zevallos-Vera, Doctora<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,6,7</sup> Universidad Privada del Norte, Lima, [N00073148@upn.pe](mailto:N00073148@upn.pe)

Universidad Nacional del Callao, Centro de Investigación “Automatización para el Desarrollo”, [gkalarconv@unac.edu.pe](mailto:gkalarconv@unac.edu.pe),

[cacanalese@unac.edu.pe](mailto:cacanalese@unac.edu.pe), [dhuamany@unac.edu.pe](mailto:dhuamany@unac.edu.pe), [masolist@unac.edu.pe](mailto:masolist@unac.edu.pe), [ejzevallosv@unac.edu.pe](mailto:ejzevallosv@unac.edu.pe)

<sup>3</sup>Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, [pcisjzar@upc.edu.pe](mailto:pcisjzar@upc.edu.pe)

**Resumen—** La gestión eficaz de la seguridad ciudadana requiere un profundo conocimiento de las dinámicas delictivas. Este estudio presenta un análisis espacio-temporal de la delincuencia en la Provincia Constitucional del Callao, Perú, utilizando datos de denuncias oficiales de febrero de 2024. A través de un enfoque cuantitativo, se aplicaron técnicas de análisis descriptivo y minería de datos espaciales para caracterizar la actividad criminal. La metodología incluyó la Estimación de Densidad de Kernel (KDE) para la identificación visual de "puntos calientes" (hotspots) y el algoritmo de clustering DBSCAN para la detección de agrupamientos delictivos.

Los resultados mostraron una alta concentración del delito, con los distritos de Callao Cercado y Ventanilla acumulando casi el 80% de los incidentes. Se identificaron perfiles delictivos diferenciados: una prevalencia de delitos patrimoniales en Callao Cercado y una alta incidencia de violencia de género en Ventanilla. El análisis espacial identificó clústeres estadísticamente significativos, destacando uno con 317 incidentes en Callao Cercado. Se concluye que la delincuencia no es aleatoria, sino que sigue patrones geográficos definidos. Estos hallazgos proporcionan inteligencia accionable para el diseño de estrategias de patrullaje focalizado y políticas de prevención adaptadas a cada realidad territorial.

**Palabras clave**—DBSCAN, Seguridad Ciudadana, Puntos Calientes (Hotspots), análisis espacial.

## I. INTRODUCCIÓN

La seguridad ciudadana es un componente esencial para garantizar tanto el bienestar social como el desarrollo sostenible de una nación. En América Latina, la violencia y el crimen urbano se han convertido en fenómenos estructurales que no solo afectan la integridad física y el patrimonio de las personas, sino que también deterioran la calidad de vida, limitan el crecimiento económico y debilitan la confianza en las instituciones democráticas. Perú refleja esta problemática regional, enfrentando desafíos persistentes en seguridad pública que requieren enfoques más integrales, con participación ciudadana y una acción estatal más eficaz [1]–[3].

D En el contexto peruano, la Provincia Constitucional del Callao representa un territorio de alta relevancia estratégica y complejidad social. Al concentrar tanto el principal puerto marítimo como el aeropuerto internacional del país, esta zona se configura como un nodo clave para la economía nacional. No obstante, esa misma centralidad la convierte en un espacio propenso a dinámicas criminales complejas. En el Callao convergen factores sociales, económicos y culturales diversos, lo que ha derivado en una vulnerabilidad estructural frente al crimen organizado, actos de violencia urbana y corrupción institucional, haciendo de la provincia un punto crítico para las políticas públicas de seguridad [4]–[6].

Los enfoques tradicionales de seguridad, centrados principalmente en el patrullaje reactivo y la asignación intuitiva de recursos, han demostrado ser ineficaces frente a la complejidad espacial y temporal del delito urbano. Estudios recientes en criminología ambiental y análisis espacial han confirmado que los delitos tienden a concentrarse en ubicaciones muy específicas, denominadas “puntos calientes” o hotspots, donde una pequeña fracción del territorio concentra un número desproporcionado de incidentes criminales. Esta evidencia refuerza la necesidad de políticas basadas en el análisis de datos georreferenciados y herramientas predictivas para una gestión más efectiva de la seguridad ciudadana [7]–[9].

Esta nueva comprensión sobre la distribución espacial del delito ha impulsado un cambio de paradigma hacia la “policía basada en evidencia” (evidence-based policing), un enfoque que prioriza el uso sistemático de análisis rigurosos para guiar tanto la toma de decisiones operativas como estratégicas. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las técnicas de minería de datos espaciales se han convertido en herramientas esenciales. Estas tecnologías permiten ir más allá del simple registro estadístico, al facilitar la visualización y el análisis de patrones complejos delictivos, identificar zonas de alta incidencia criminal y establecer vínculos entre el delito y las características del entorno urbano [10]–[12].

A pesar del potencial demostrado por estas tecnologías, su implementación en el Perú aún es incipiente. Persiste una clara brecha en la producción científica nacional respecto al uso de metodologías avanzadas de análisis espacial para comprender y caracterizar la delincuencia a nivel provincial o distrital. Esta carencia limita la generación de diagnósticos detallados y accionables que permitan diseñar intervenciones específicas basadas en evidencia empírica y adaptadas al contexto local [13]–[15].

El presente estudio busca contribuir a cerrar esta brecha, proporcionando un análisis exhaustivo de la delincuencia reportada en la Provincia Constitucional del Callao durante el mes de febrero de 2024. El objetivo principal es caracterizar la actividad delictiva desde una triple perspectiva: su distribución geográfica, sus patrones temporales y el perfil demográfico de las víctimas. Mediante la aplicación de técnicas de análisis descriptivo y minería de datos espaciales, como la estimación de densidad de Kernel y el algoritmo de clustering DBSCAN, este trabajo pretende no solo describir la situación de seguridad, sino también generar conocimiento accionable que pueda servir como insumo para el diseño de estrategias de prevención y control del delito más focalizadas, eficientes y proactivas.

Para alcanzar este objetivo, la investigación se guió por las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los distritos y los tipos de delito con mayor incidencia en la Provincia Constitucional del Callao durante el período de estudio?

¿Cuál es el perfil demográfico predominante (sexo, estado civil) de las víctimas de la delincuencia en la región?

¿Existen concentraciones geográficas estadísticamente significativas (puntos calientes y clústeres) de la actividad delictiva?

¿Cómo se distribuyen espacialmente los delitos de mayor impacto, como los delitos contra el patrimonio y la violencia de género?

## II. MÉTODO

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y exploratorio, basado en el análisis de datos. El diseño metodológico se estructura en torno a la aplicación de técnicas estadísticas y de minería de datos espaciales para identificar y caracterizar patrones de delincuencia.

### 2.1. Área de estudio

El estudio se circunscribe geográficamente a la Provincia Constitucional del Callao, ubicada en la costa central del Perú y colindante con la provincia de Lima. El Callao está políticamente dividido en siete distritos: Callao (Cercado), Bellavista, Carmen de la Legua-Reynoso, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú. Esta área fue seleccionada por su relevancia estratégica y por los persistentes desafíos de seguridad ciudadana que enfrenta.

### 2.2. Fuente y Recolección de Datos

Los datos utilizados para este estudio provienen de los Registros delictivos del Observatorio Regional de Seguridad Ciudadana en la Provincia Constitucional del Callao disponible en la Plataforma Nacional de Datos Abiertos, consolidada para el mes de febrero de 2024. El conjunto de datos, denominado DATASET\_SEGURIDAD\_CALLAO\_FEBRERO2024\_0.csv, contiene registros anónimos de cada denuncia, preservando la confidencialidad de las personas involucradas.

Para el análisis se seleccionaron las siguientes variables clave:

- Variables Geográficas: DISTRITO, LONGITUD, LATITUD.
- Variables Categóricas del Delito: TIPO (categoría general del delito), SUBTIPO, MODALIDAD.
- Variables Temporales: FECHA\_HECHO, HORA\_HECHO.
- Variables Demográficas de la Víctima: SEXO, ESTADO\_CIVIL, EDAD\_PERSONA.
- Variable de Estado: SITUACION\_DENUNCIA (resuelta o pendiente).

### 2.3. Procesamiento y Preparación de Datos

La base de datos cruda fue sometida a un proceso de limpieza y preparación para asegurar la calidad y consistencia del análisis. Este proceso incluyó:

- Manejo de Valores Faltantes: Se exploraron las variables en busca de datos ausentes o categorías no especificadas. Para el análisis descriptivo, estas categorías se mantuvieron para cuantificar el nivel de información no registrada. Para los análisis espaciales y de modelado, los registros sin coordenadas geográficas válidas (latitud y longitud) fueron excluidos.
- Georreferenciación: Se validó que cada registro delictivo contara con un par de coordenadas geográficas (latitud y longitud), transformando la base de datos tabular en una capa de puntos geoespaciales, que es el insumo fundamental para todo el análisis espacial.

### 2.4. Técnicas de análisis de datos

El análisis se desarrolló en tres fases complementarias:

#### Fase 1: Análisis Estadístico Descriptivo

En esta primera fase, se realizó un análisis exploratorio para obtener una caracterización general de la delincuencia. Se utilizaron tablas de frecuencia, porcentajes y gráficos de barras para visualizar:

- La distribución de denuncias por distrito.
- La prevalencia de los diferentes tipos de delito.
- La distribución de víctimas por sexo y estado civil, cruzada por distrito y tipo de delito.
- El estado de resolución de las denuncias por distrito.

Este análisis inicial permitió identificar las tendencias más relevantes y sentó las bases para los análisis espaciales más profundos.

#### Fase 2: Análisis de Distribución Espacial y Puntos Calientes

El núcleo de la investigación reside en el análisis espacial. Se emplearon dos técnicas principales para visualizar y cuantificar la concentración geográfica del delito:

- **Mapas de Puntos:** Como primer paso, se generó un mapa de distribución de puntos, donde cada punto representa la ubicación geográfica de un incidente delictivo. Esto proporcionó una visión inicial de la dispersión de los eventos en el área de estudio.
- **Estimación de Densidad de Kernel (Mapas de Calor):** Para superar las limitaciones de los mapas de puntos (como la superposición en áreas de alta densidad), se aplicó la técnica de Estimación de Densidad de Kernel (Kernel Density Estimation, KDE). El KDE calcula la densidad de eventos en una superficie geográfica, generando un mapa de calor continuo que visualiza las áreas de mayor concentración (hotspots). Las zonas con colores más cálidos (rojo, naranja) representan una alta densidad de delitos, mientras que las zonas con colores fríos (azul, verde) indican una baja densidad. Esta técnica es fundamental para la identificación visual e intuitiva de los focos de criminalidad.

### Fase 3: Análisis de Clústeres Espaciales con DBSCAN

Para realizar una identificación más precisa y cuantitativa de las concentraciones delictivas, se optó por utilizar el algoritmo de agrupamiento espacial DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise). A diferencia de métodos como la estimación de densidad Kernel (KDE), que genera superficies de riesgo continuas, DBSCAN permite identificar clústeres discretos de incidentes delictivos en función de la densidad espacial de los datos. Esta técnica resulta especialmente útil en contextos urbanos debido a varias ventajas: (1) no requiere establecer previamente el número de agrupamientos; (2) puede detectar clústeres con formas irregulares, más realistas en la dinámica urbana; y (3) es robusta frente al ruido, permitiendo identificar eficazmente los eventos atípicos u outliers que no se agrupan con otros incidentes significativos. Su funcionamiento se basa en dos parámetros fundamentales: epsilon ( $\epsilon$ ), que determina el radio de vecindad de cada punto, y el número mínimo de puntos necesarios dentro de dicho radio para que un punto sea considerado núcleo y forme parte de un clúster [16]–[18].

**Selección de Parámetros Óptimos:** La determinación de un valor adecuado para epsilon ( $\epsilon$ ) es un paso crucial en la aplicación del algoritmo DBSCAN. Para garantizar una selección fundamentada y replicable, se empleó el método del gráfico de k-distancia (k-distance graph), el cual consiste en calcular la distancia entre cada punto y su k-ésimo vecino más cercano (donde k es igual a MinPts), y luego ordenar estas distancias en un gráfico. El punto de inflexión o “codo” en la curva sugiere el valor óptimo de  $\epsilon$ , ya que representa el umbral en el que la densidad local cambia de forma significativa. Esta técnica permite una estimación objetiva y basada en datos de los parámetros del algoritmo, mejorando la precisión del proceso de agrupamiento [19]–[21].

### 2.5. Software y Herramientas

El procesamiento, análisis y visualización de los datos se realizaron utilizando el lenguaje de programación Python (versión 3.x) y su ecosistema de librerías científicas, incluyendo:

- Pandas: Para la manipulación y gestión de datos tabulares.
- Scikit-learn: Para la implementación del algoritmo de clustering DBSCAN.
- Matplotlib: Para la generación de gráficos estadísticos.
- Folium: Para la creación de mapas interactivos y la superposición de capas base geográficas.

## III. RESULTADOS

### 3.1. Caracterización General y Perfil de la Delincuencia

El análisis descriptivo revela una marcada concentración de la actividad delictiva en distritos específicos y una prevalencia clara de ciertos tipos de delitos y perfiles de víctimas.

#### Distribución de Denuncias por Distrito:

Como se observa en la Fig. 1, la distribución de denuncias es heterogénea a lo largo de la provincia. El distrito de Callao (Cercado) concentra de manera abrumadora la mayor cantidad de incidentes, representando el 58.26% del total de denuncias. Le sigue, el distrito de Ventanilla con un 21.19%. Los distritos restantes (Bellavista, La Perla, Carmen de la Legua Reynoso, Mi Perú y La Punta) presentan porcentajes significativamente menores, todos por debajo del 8%.



Fig 1. Cantidad de Denuncias por Distrito.

#### Tipología Delictiva por Distrito:

El análisis de los tipos de delito por distrito de acuerdo con la Fig. 2 muestra patrones diferenciados. En el distrito de Callao (Cercado), los delitos más reportados son los relacionados al Patrimonio (34.16%) y los enmarcados en la Ley de Violencia contra la Mujer y Grupos Vulnerables (30.12%). En contraste, en Ventanilla, la categoría predominante es la Ley de Violencia contra la Mujer y Grupos Vulnerables, que alcanza un 54.38% de las denuncias del distrito, superando ampliamente a los delitos patrimoniales. Esta diferencia sugiere dinámicas sociales y criminales distintas entre los dos distritos con mayor incidencia.



Fig. 2. Tipo de denuncia por Distrito (Porcentaje)

#### Perfil Demográfico de las Víctimas:

El análisis demográfico ofrece una visión más profunda de la victimización.

En cuanto al sexo (Fig. 3), se observa una mayor proporción de víctimas de sexo masculino en la mayoría de los

districtos, siendo esta brecha especialmente notoria en Callao (Cercado), con 1045 víctimas masculinas frente a 492 femeninas.

Cantidad de Denuncias por Distrito por Sexo



Fig. 3. Cantidad de Denuncias por Distrito por Sexo.

Al analizar el estado civil de la Fig. 4., emerge un patrón claro: las personas con estado civil "Soltero(a)" constituyen el grupo más grande de víctimas en casi todas las categorías delictivas principales, destacando en los delitos contra el

Patrimonio y en la Ley de Violencia contra la Mujer. Esto indica una mayor vulnerabilidad en este segmento de la población.

Cantidad de Denuncias por Tipo por Estado Civil

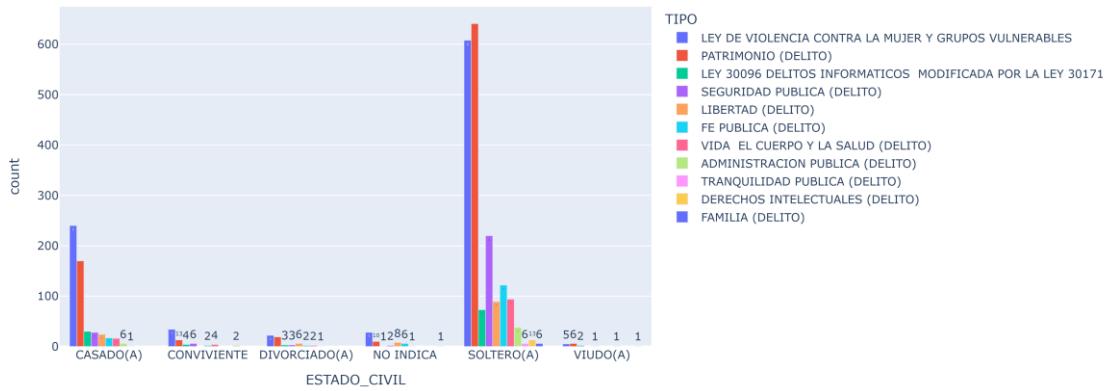


Fig. 4. Cantidad de Denuncias por Tipo por Estado Civil.

### Estado de las Denuncias:

La situación de las denuncias de la Fig. 5., también varía por distrito. Mientras que en Callao (Cercado) un 74.4% de las denuncias figuran como "Resuelta", en Ventanilla este

porcentaje desciende a un 59.6%, con un 40.4% de casos aún "Pendiente". Esta disparidad podría reflejar diferencias en la carga procesal o en la capacidad de respuesta institucional en cada jurisdicción.

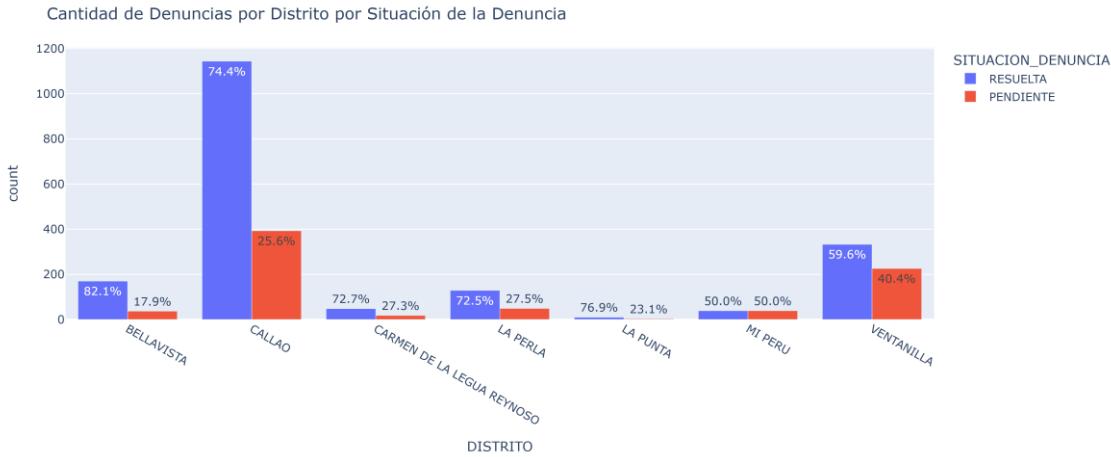


Fig. 5. Cantidad de Denuncias por Distrito por Situación de la Denuncia.

### 3.2. Análisis de la Distribución Espacial

La georreferenciación de los delitos permite una visualización directa de su distribución. El mapa de puntos inicial, en la Fig. 6 muestra la totalidad de los incidentes reportados, revelando una alta concentración a lo largo del eje costero de la provincia, particularmente en las zonas norte y centro.

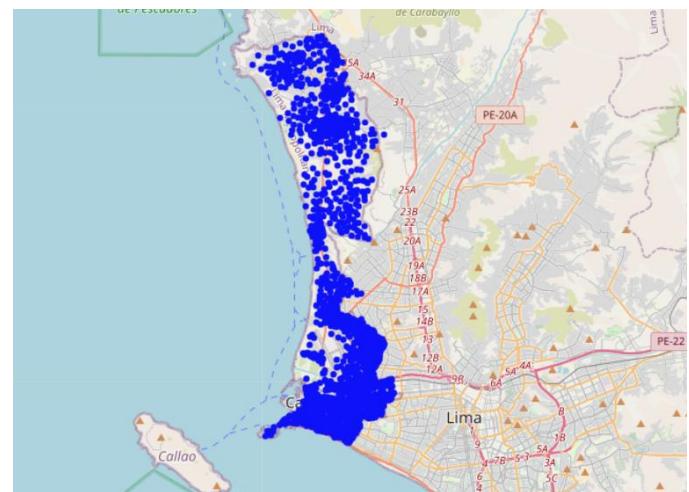


Fig. 6. Distribución espacial de los delitos en el Callao.

Para identificar las áreas de mayor riesgo, se aplicó la Estimación de Densidad de Kernel. El mapa de calor resultante de la Fig. 7 confirma y cuantifica visualmente la existencia de "puntos calientes". Se observa una gran zona de alta intensidad (en color rojo) que abarca una porción significativa del norte del distrito de Callao y el sur de Ventanilla. Un segundo hotspot, de menor tamaño pero también de alta intensidad, se localiza en la zona central del distrito de Callao (Cercado).

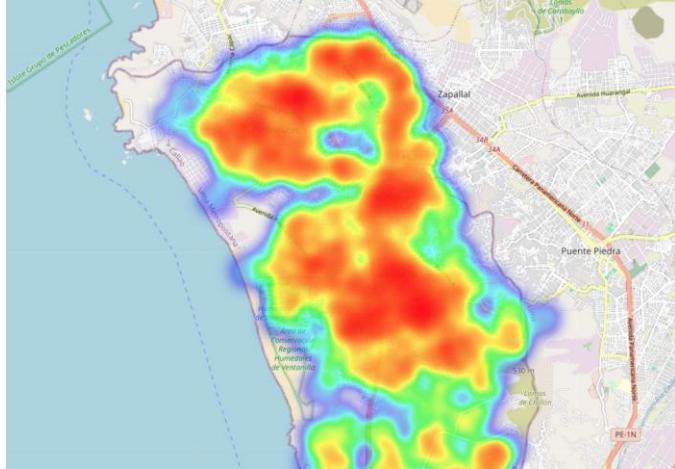


Fig. 7. Mapa de calor aplicando KDE.

### 3.3. Identificación de Clústeres Delictivos (DBSCAN)

Para validar y cuantificar objetivamente los agrupamientos, se aplicó el algoritmo DBSCAN. La selección del parámetro  $\text{eps}$  se basó en el método del gráfico de k-distancia, ver Fig. 8, donde se identificó el "codo" de la curva para establecer un umbral de distancia óptimo, garantizando la rigurosidad del análisis.

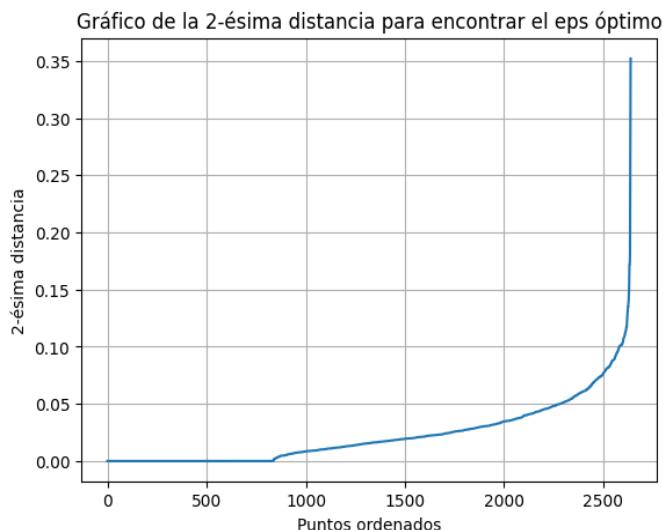


Fig. 8. Gráfico de la 2-ésima distancia para el eps óptimo.

La aplicación de DBSCAN permitió identificar múltiples clústeres estadísticamente significativos. La Fig. 9 y la Fig. 10

muestran los resultados del algoritmo superpuestos en el mapa. Destaca un clúster principal en el corazón del distrito de Callao (Cercado), que agrupa 317 incidentes en un área geográfica compacta. Se identificaron también otros clústeres de considerable tamaño en Ventanilla, como uno de 69 incidentes y otro de 60, así como agrupaciones menores distribuidas en diferentes zonas de la provincia. Estos clústeres representan focos de criminalidad persistente que requieren atención prioritaria.

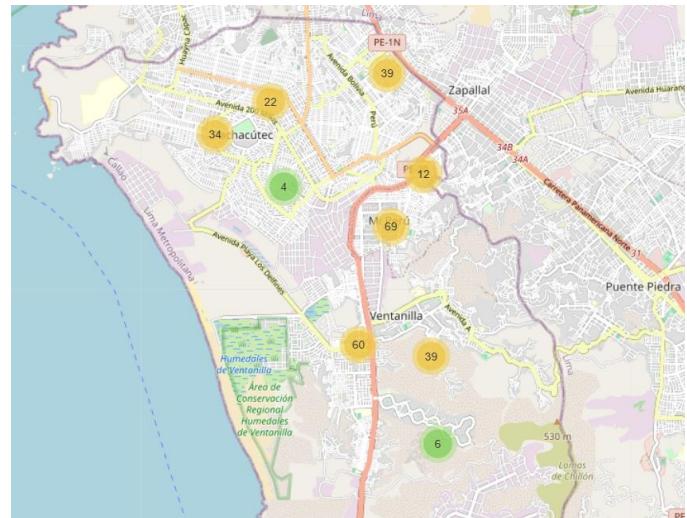


Fig. 9. Algoritmo DBSCAN aplicado en la zona Callao Norte.

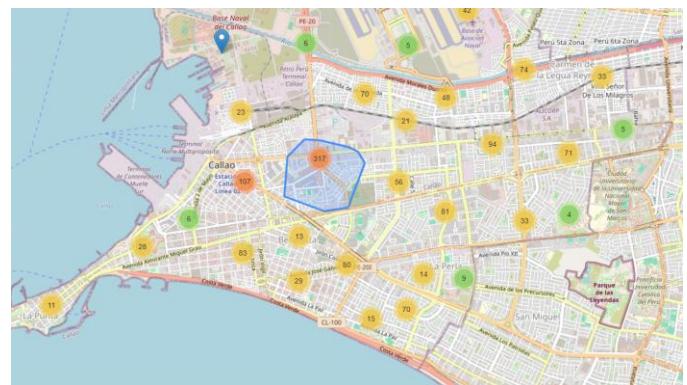


Fig. 10. Algoritmo DBSCAN aplicado en la zona Callao Centro.

## IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados presentados ofrecen una radiografía detallada de la delincuencia en el Callao, permitiendo una interpretación que trasciende la descripción estadística. Los hallazgos confirman principios fundamentales de la criminología ambiental y proporcionan una base empírica sólida para la formulación de políticas públicas.

El hallazgo más contundente es la marcada concentración de la actividad delictiva. El hecho de que casi el 80% de los incidentes se agrupen en solo dos distritos (Callao Cercado y Ventanilla) y que, dentro de ellos, se identifiquen hotspots y

clústeres definidos. Los clústeres identificados mediante DBSCAN, especialmente el de 317 incidentes en Callao Cercado, no son simples agrupaciones visuales, sino focos de riesgo estadísticamente significativos que actúan como generadores de criminalidad.

La heterogeneidad en la tipología delictiva entre los dos distritos principales es reveladora. Como centro administrativo, comercial y de transporte (dada su proximidad al puerto y al aeropuerto), este distrito presenta una mayor convergencia de los tres elementos clave: (1) ofensores motivados, (2) objetivos atractivos (transeúntes, comercios, turistas) y (3) una relativa ausencia de personal policial distribuidos estratégicamente en el espacio público.

Por otro lado, la alarmante preponderancia de la violencia contra la Mujer y Grupos Vulnerables en Ventanilla (54.38%) sugiere una problemática con raíces más profundas en el tejido social del distrito, que es predominantemente residencial. Este tipo de violencia, que ocurre mayoritariamente en el ámbito privado, no puede ser abordado únicamente con estrategias de patrullaje. Requiere un enfoque multisectorial que involucre a los ministerios de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, Salud y Educación, además de la Policía Nacional. La estrategia de seguridad en Ventanilla debe ser fundamentalmente social y preventiva, mientras que en Callao Cercado debe combinar esta dimensión con un fuerte componente de control y disuisión en el espacio público.

Los resultados de este estudio tienen implicaciones directas para la transición hacia un modelo de "policía predictiva" o, más precisamente, de "policía proactiva".

- Focalización de Recursos (Hotspot Policing): En lugar de dispersar los recursos de patrullaje de manera uniforme, la Policía Nacional debería concentrar sus esfuerzos en los clústeres identificados. El clúster de 317 incidentes en Callao Cercado y los de 69 y 60 en Ventanilla deben ser objeto de intervenciones focalizadas, que pueden incluir patrullaje intensivo a pie y motorizado, instalación de cámaras de videovigilancia con monitoreo activo y operaciones policiales específicas.
- Estrategias a la Medida: El análisis demuestra que una estrategia única para toda la provincia sería ineficaz. La respuesta estatal debe ser tan diferenciada como el perfil delictivo: orientada a la disuisión del delito callejero en los hotspots de Callao Cercado, y enfocada en la prevención social y la atención a víctimas en las zonas con alta incidencia de violencia familiar en Ventanilla.
- Inteligencia Accionable: Los mapas generados no son solo ilustraciones académicas, sino herramientas de inteligencia para la gestión operativa. Deben ser utilizados en las comisarías para planificar el patrullaje diario y semanal, asignando personal y vehículos a las zonas y, potencialmente, a los horarios de mayor riesgo (aunque el análisis horario no fue el foco de este estudio).

Es imperativo reconocer las limitaciones de esta investigación. Primero, el marco temporal de un solo mes (febrero de 2024) ofrece una "fotografía" estática y no permite analizar tendencias o estacionalidad. Los hotspots podrían variar en otros meses del año. Segundo, los datos se basan exclusivamente en delitos denunciados, lo que excluye la "cifra negra" de la delincuencia, es decir, aquellos delitos que no son reportados a las autoridades. Esta cifra puede ser particularmente alta en ciertos tipos de delitos. Finalmente, el estudio es descriptivo y no explicativo; identifica dónde ocurre el delito, pero no puede, con los datos disponibles, explicar las causas socioeconómicas o ambientales subyacentes (pobreza, desempleo, diseño urbano, etc.) que generan estos patrones.

## V. CONCLUSIONES

Este estudio se propuso caracterizar la delincuencia en la Provincia Constitucional del Callao mediante un análisis espacio-temporal y de perfil de victimización. Los hallazgos permiten responder a las preguntas de investigación planteadas y ofrecer conclusiones clave para la política pública de seguridad ciudadana.

- La delincuencia en el Callao está altamente concentrada. Se concluye que los distritos de Callao Cercado y Ventanilla son los epicentros de la actividad delictiva registrada, y que dentro de ellos existen micro-zonas o hotspots que actúan como verdaderos motores del crimen. Esto refuta la idea de que el riesgo es homogéneo y subraya la necesidad de intervenciones geográficamente focalizadas.
- Los perfiles delictivos y de victimización son heterogéneos. Se concluye que no existe un "problema del Callao", sino múltiples problemas con distintas manifestaciones territoriales. La estrategia para combatir el delito patrimonial en las zonas comerciales de Callao Cercado debe ser distinta a la estrategia para abordar la violencia de género en las zonas residenciales de Ventanilla.
- La minería de datos espaciales es una herramienta estratégica. Se concluye que la aplicación de técnicas como la estimación de densidad de Kernel y el clustering DBSCAN es fundamental para transformar datos crudos de denuncias en inteligencia accionable. Estas herramientas permiten a las autoridades pasar de un modelo reactivo a uno proactivo, anticipando dónde es más probable que ocurran los delitos y asignando recursos de manera más eficiente.

El principal aporte de esta investigación es la provisión de un diagnóstico empírico y georreferenciado que sirve como línea de base para el diseño de políticas de seguridad basadas en evidencia en el Callao. Se demuestra que es posible, con los datos que las propias instituciones generan, optimizar la labor policial y de prevención.

## REFERENCIAS

- [1] D. Davis, "Violence and the Latin American City," Routledge Handbook on Urban Violence in Latin America, pp. 15–34, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.4324/9780429262302-3>.
- [2] K. G. G. Aray, P. E. B. Macías, y G. R. G. Aray, "Estado responsable y participación en la seguridad ciudadana en América Latina," *Sapientiae*, vol. 6, pp. 169–179, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.37293/SAPIENTIAE62.04>.
- [3] A. Abello Colak, M. Lombard, y V. Guarneros-Meza, "Framing Urban Threats: A Socio-Spatial Analysis of Urban Securitisation in Latin America and the Caribbean," *Urban Studies*, vol. 60, pp. 2741–2762, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1177/00420980231160948>.
- [4] L. Zúñiga Rodríguez, "La captura del Estado peruano por el narcotráfico: el caso de los 'cuello blanco del puerto,'" *Revista Académica*, vol. 6, pp. 175–191, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18847/1.12.10>.
- [5] V. Razuri-Esteves, "Perception of Piracy and Armed Robbery in Bahía del Callao – Perú," *Journal of Transportation Security*, vol. 15, pp. 161–172, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s12198-022-00249-7>.
- [6] J. Moisés Córdova Saint-Pere, "La criminalidad organizada y su repercusión en la sociedad peruana," *FIDES ET RATIO*, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.55739/fer.v28i28.156>.
- [7] M. J. Hoet, "Crime Concentration and Hot Spot Dynamics: An Examination of Homicides in Santa Fe, Argentina," *Int. Criminol.*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s43576-023-00103-3>.
- [8] E. Herrán-Jiménez y R. Limas, "Crime Hotspot Emergence in Mexico City: a Complexity Science Perspective," *Adv. Complex Syst.*, vol. 26, pp. 1–25, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1142/s0219525923500042>.
- [9] A. F. Mohammed y W. R. Baiee, "Analysis of Criminal Spatial Events in GIS for Predicting Hotspots," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 928, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/928/3/032071>.
- [10] D. Newball-Ramírez, Á. J. Riascos Villegas, A. Hoyos, y M. D. Rubio, "A location discrete choice model of crime: Police elasticity and optimal deployment," *PLOS ONE*, vol. 19, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294020>.
- [11] S. Chainey, N. Alvarado, y R. Serrano, *Hot Spot Policing: An Evidence-Based Practice Guide for Police in Latin America and the Caribbean*, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18235/0013062>.
- [12] F. S. Hussain y A. F. Aljuboori, "Survey on Crime Analysis Using Data Mining Based on Mobile Platforms," *JQCM*, vol. 13, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.29304/JQCM.2021.13.1.770>.
- [13] "GIS and Crime Analysis," *Geography*, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1093/obo/9780199874002-0233>.
- [14] W. Hernández, L. Dammert, y L. Kanashiro, "Fear of crime examined through diversity of crime, social inequalities, and social capital: An empirical evaluation in Peru," *Aust. N. Z. J. Criminol.*, vol. 53, pp. 515–535, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1177/0004865820954466>.
- [15] I. J. Ramírez y J. Lee, "Deconstructing the spatial effects of El Niño and vulnerability on cholera rates in Peru: Wavelet and GIS analyses," *Spatial Spatio-temporal Epidemiol.*, vol. 40, p. 100474, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.sste.2021.100474>.
- [16] A. F. Mohammed y W. R. Baiee, "The GIS based Criminal Hotspot Analysis using DBSCAN Technique," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 928, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/928/3/032081>.
- [17] R. Mission, "Spatial Patterns of Violence Against Women and Children using Geographic Information System and Density-Based Clustering Algorithm," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Appl.*, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.62677/ijetaa.2404113>.
- [18] D. Mungekar, H. Joshi, A. Kanekar, P. Nair, y P. Das, "Crime Analysis using DBSCAN Algorithm," *2021 Third Int. Conf. Invent. Res. Comput. Appl. (ICIRCA)*, pp. 628–635, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/ICIRCA51532.2021.9544719>.
- [19] G. J. Monko y M. Kimura, "Optimized DBSCAN Parameter Selection: Stratified Sampling for Epsilon and Gridsearch for Minimum Samples," *Softw. Eng. Autom.*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.5121/csit.2023.132004>.
- [20] L. Yin et al., "Improvement of DBSCAN Algorithm Based on K-Dist Graph for Adaptive Determining Parameters," *Electronics*, vol. 12, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3390/electronics12153213>.
- [21] J. Li et al., "An Efficient Clustering Method for DBSCAN Geographic Spatio-Temporal Large Data with Improved Parameter Optimization," *ISPRS Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, vol. XLII-3/W10, pp. 581–584, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-3-w10-581-2020>.