

Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

1



Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

Claudia Maritza Moreno Benavides

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Ingeniería en sistemas

Bogotá, Colombia

02/06/2026

Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

2

Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

Claudia Maritza Moreno Benavides

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniera de sistemas

Director (a):

Nombre completo del director(a)

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Ingeniería en sistemas

Bogotá, Colombia

02/06/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 02/06/2026

Resumen

Se desarrolló una plataforma web colaborativa (SafeMap) orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva en la localidad de Engativá, Bogotá. El problema central que rige la investigación es que existe una brecha entre los datos oficiales de criminalidad y la percepción real de inseguridad de los habitantes los que carecen de canales oficiales para reportar riesgos georreferenciada mente como lo es iluminación deficiente, lotes baldíos, acumulación de basura y deterioro del espacio público.

La plataforma fue desarrollada como una aplicación web progresiva con HTML,CSS3,JavaScript en Fronted , Python en Backend, Postgresql como base de datos y el algoritmo de k-means para el agrupamiento espacial de reportes. Se realizó una prueba piloto en el barrio villas de granada de la localidad de Engativá , se hicieron 120 reportes de 32 ciudadanos en un periodo de 5 semanas donde la categoría más reportada fue iluminación deficiente (34,7%), seguida de acumulación de basura (24,4%).

Los resultados confirman las 2 hipótesis, existe una relación entre la percepción de inseguridad y el deterioro en infraestructura y los algoritmos de agrupamiento permiten identificar zonas de riesgo preventivo no visibles en las estadísticas tradicionales. El proyecto aporta evidencia sobre el valor de la inteligencia territorial ciudadana y propone un modelo escalable a otras localidades y municipios del país.

Palabras clave: seguridad ciudadana preventiva, plataforma colaborativa, georreferenciación, análisis espacial, K-Means, riesgo urbano, Engativá.

Abstract

A collaborative web platform (SafeMap) was developed to strengthen preventive citizen security in the locality of Engativá, Bogotá. The central problem guiding this research is the gap between official crime data and the actual perception of insecurity among residents, who lack formal channels to georeferentially report urban risk factors such as poor lighting, vacant lots, waste accumulation, and deterioration of public spaces.

The platform was built as a Progressive Web Application using HTML, CSS3, and JavaScript on the frontend, Python on the backend, PostgreSQL as the database, and the K-Means algorithm for spatial clustering of reports. A pilot test was conducted in the Villas de Granada neighborhood in the locality of Engativá, where 120 reports were submitted by 32 citizens over a five-week period. The most frequently reported category was poor lighting (34.7%), followed by waste accumulation (24.4%).

The results confirm both hypotheses: there is a relationship between the perception of insecurity and infrastructure deterioration, and clustering algorithms can identify preventive risk zones that are not visible in traditional statistics. This project contributes evidence on the value of citizen-driven territorial intelligence and proposes a scalable model applicable to other localities and municipalities across the country.

Keywords: preventive citizen security, collaborative platform, georeferencing, spatial analysis, K-Means, urban risk, Engativá.

Introducción

La seguridad urbana ha dejado de verse solo como la falta de delitos, sino que abarca más que esto, la percepción de miedo, y la calidad del entorno físico. Según Rubinstein et al. (1982), “el vandalismo y las pequeñas faltas (ventanas rotas, basura, grafitis) no reparados transmiten una sensación de abandono que incita a comportamientos delictivos mayores” (sin paginación). Esta teoría nos indica que cuidar el entorno previene la criminalidad. Sin embargo, aún hay una brecha entre los delitos que se efectúan y como se sienten las personas en cuanto a la seguridad. Mientras algunos estudios creen que la vigilancia tecnológica es suficiente, otros plantean que sin la participación ciudadana y el análisis de los riesgos ambientales (poca iluminación, lotes baldíos, basura, huecos) la acción policial es reactiva mas no preventiva.

Investigaciones previas han demostrado que el uso de sistemas de información geográfica (SIG) permite mapear la criminalidad, pero aún hay una tesis no resuelta ¿Cómo integrar el conocimiento que tiene el ciudadano en tiempo real para prevenir el delito antes de que ocurra? La mayoría de plataformas actuales se centran en delitos que ya ocurrieron, dejando un vacío en el análisis preventivo de las vulnerabilidades del entorno.

Varios estudios demuestran que los delitos tienden a concentrarse en determinados puntos del territorio, lo que se conoce coloquialmente como puntos calientes. Sherman (1989) señala que muchos delitos se concentran en espacios geográficos muy reducidos, lo que permite identificar patrones espaciales. En este contexto, el uso de SIG facilita la visualización y el análisis espacial de cómo se distribuyen los delitos.

Además, diferentes teorías demuestran que los delitos no solo dependen de factores individuales, sino también de las condiciones del entorno urbano. Según Cohen, L. E., & Felson, M. (1979) para que un delito ocurra depende de la coincidencia de tres elementos:

un infractor motivado, un objetivo adecuado y la ausencia de vigilancia efectiva. Desde esta perspectiva, características del entorno como poca iluminación, lotes baldíos o la falta de presencia comunitaria aumentan la posibilidad de que los delitos se cometan, lo que refuerza la importancia de que los factores ambientales sean tenidos en cuenta a la hora de generar estrategias para la prevención urbana.

El crecimiento urbano desbordado en América Latina ha generado áreas divididas donde la infraestructura no crece al mismo ritmo del crecimiento poblacional. En Bogotá esta problemática es muy común, sobretudo en localidades de alta densidad como lo es Engativá. La localidad enfrenta varios retos en términos de iluminación deficiente, acumulación de basura en espacios públicos, así como en espacios que crean puntos ciegos e incrementan la percepción de inseguridad.

El problema real radica entre los datos oficiales y lo que los ciudadanos realmente perciben. Los habitantes de esta localidad perciben parques y zonas con poca iluminación o lotes abandonados, pero carecen de canales donde estos datos puedan ser reportados de forma georreferenciada. La falta de estos datos preventivos impide que las autoridades o la misma comunidad tomen decisiones inteligentes frente al territorio, limitándolos a reaccionar frente a estadísticas de denuncias penales.

El objetivo de esta investigación es desarrollar una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

Para cumplir con este propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos:

Diseñar una aplicación web que sea de fácil acceso para el reporte y la visualización de estos datos.

Se implementarán K-Means como algoritmo de agrupamiento para identificar los reportes con mas concentración y usar estos datos para crear mapas de calor dinámicos.

Para la validez de la aplicación se hará una prueba piloto en un barrio de esta localidad, midiendo la precisión de los datos y la accesibilidad del sistema.

Ante el escenario antes planteado surge una pregunta

¿De qué manera una plataforma colaborativa basada en datos georreferenciados puede fortalecer la seguridad preventiva en la localidad de Engativá?

Como respuestas a esta pregunta se formulan las siguientes hipótesis

H1: Hay una relación directa y positiva entre el daño en la infraestructura urbana (poca iluminación, huecos, basura) y la percepción de inseguridad reportada por los ciudadanos en la plataforma.

H2: La implementación de una aplicación que cuenta con algoritmos de agrupamiento permite identificar zonas de riesgo preventivo que no son visibles en las estadísticas tradicionales, facilitando una respuesta ciudadana e institucional más ágil.

Marco teórico

El desarrollo de una aplicación para el reporte de riesgos en Engativá necesita un sustento que conecte la criminología ambiental, el manejo de datos georreferenciados y el desarrollo de un software moderno.

La relación que hay entre el entorno físico y la seguridad ciudadana son la base de este estudio. Más allá de la presencia de la autoridad policial, como se ve el barrio da las oportunidades para el desorden. Oscar Newman (1972) dice que el diseño físico fomenta el sentido de pertenencia de los residentes. Cuando los habitantes de la localidad de Engativá sienten que las zonas como parques o calles les pertenecen, hacen una vigilancia natural de su territorio.

Este concepto evoluciona con la metodología CPTED (Crime Prevention Through Environmental Design), que propone que el mantenimiento de la infraestructura es una herramienta de prevención primaria. Kelling y Wilson (1982) en su teoría de las ventanas rotas explica que el descuido visual del ambiente da una señal de que existe la falta de control social que atrae al delincuente, y hace que los ciudadanos honestos perciban esta inseguridad. Por eso el reporte de estos riesgos ambientales son el primer paso para restaurar la confianza en los ciudadanos.

La seguridad no se trata solo de una estadística de delitos, se trata de una construcción social. Sampson (1997) define la Eficacia Colectiva como la capacidad que tienen los habitantes de una comunidad para controlar el comportamiento grupal y cuidar su entorno. En localidades de alta densidad como lo es Engativá la tecnología ayuda a cumplir con esto.

Sin embargo, hay una brecha entre los delitos reportados y la percepción de seguridad. Según Arasteh et al (2020) las ciudades inteligentes deben enfocarse en “sensores participativos” que pueden capturar datos cualitativos que las cámaras de vigilancia no ven. De acuerdo con la secretaria de planeación (2022) La iluminación deficiente y los puntos ciegos son las principales

preocupaciones, lo que da justificación a el uso de una herramienta que priorice la percepción ciudadana sobre las estadísticas tradicionales.

Este proyecto se fundamenta en la información geográfica voluntaria, este termino es usado por Goodchild (2007) para describir como los ciudadanos con el uso de la tecnología recolectan datos inmediatos de su realidad. Por eso se opta por una aplicación web progresiva (PWA) para gestionar esta información.

A diferencia de aplicaciones nativas una PWA permite el acceso desde cualquier navegador, optimizando así el uso de los datos móviles en lugares con conectividad limitada. Según estudios sobre arquitectura de software para Smart cities, la versatilidad de la PWA permite que el reporte georreferenciado sea rápido y accesible para cualquier habitante de la localidad.

Para que los reportes individuales se conviertan en información estratégica, es necesario el uso de Sistemas de información geográfica y Machine Learning. La implementación de algoritmos de agrupamiento como dice Ratcliffe (2010) permite identificar puntos calientes de inseguridad de forma dinámica.

Estos reportes dependen de la concentración de eventos reportados. Como sugiere Wang et al. (2021) en sus estudios de análisis de seguridad urbana, el uso de mapas de calor dinámicos permite a los gestores urbanos priorizar la infraestructura de manera más eficiente. Esto sigue un enfoque lógico deductivo, propuesto por Padrón(2014) donde empieza por la observación del fenómeno local para validar teorías de seguridad preventiva.

Estado del arte (Metodología PRISMA)

La presente revisión está fundamentada en la metodología PRISMA, estructurada para garantizar que el proceso de identificación y selección de artículos científicos sea auditable y replicable.

La recolección de los datos se llevó a cabo en la base de datos Scopus, seleccionada por tener información organizada de alto impacto en ingeniería y ciencias sociales. Para optimizar la búsqueda y evitar errores de sintaxis se dividió la búsqueda por partes, en la búsqueda inicial se usó la ecuación de búsqueda booleana "urban risk factors" OR "public safety", luego sobre la búsqueda inicial se aplicaron filtros booleanos independiente para delimitar aún más la búsqueda:

"gis" or "spatial analysis"

"collaborative platform" or "crowdsourcing"

web application

Se limitó la búsqueda a artículos entre 2020 y 2025, en idiomas inglés y español.

Los criterios de inclusión fueron artículos que presenten apps o plataformas, que usen análisis espacial o georreferenciación y que aborden la seguridad desde una perspectiva preventiva.

Los criterios de exclusión se hicieron a estudios teóricos sin implementación técnica o aquellos centrados únicamente a una respuesta policial post delito.

Este método de filtrado permitió obtener 20 documentos altamente especializados, asegurando que cada una de las fuentes seleccionadas abordara simultáneamente el riesgo urbano, la tecnología web y la participación ciudadana.

Tras eliminar duplicados y evaluar la idoneidad técnica de los 20 registros se seleccionaron 4 artículos críticos que sirven como base comparativa para este proyecto.

La literatura reciente muestra un cambio en el paradigma, la seguridad ciudadana ya no se entiende solamente como la falta de delito sino como un fenómeno multivariado que tiene también que ver con el entorno físico.

Estudios como Delialis et al. (2025) muestran una tendencia hacia la democratización de los sistemas de información geográfica. La transición de sistemas cerrados a plataformas web georreferenciadas permite que el ciudadano deje de ser un receptor pasivo y pase a ser un sensor activo. Esto es fundamental en Engativá por que permite mapear pequeñas realidades que la policía no siempre detecta.

A pesar de los avances, la literatura aún tiene limitaciones críticas, principalmente en la calidad de los datos. Autores como Malang & Solis (2024) señala que muchas aplicaciones fallan por que los ciudadanos pierden el interés tras el reporte inicial. Aquí es donde se genera la oportunidad de este proyecto, integrando el análisis de la infraestructura urbana con la percepción de seguridad, ofreciendo a los habitantes una herramienta que no solo reporte posibles delitos sino factores de riesgo que ayuden a la prevención de cualquiera que use la aplicación.

Tabla comparativa.

Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

15

Autor(es) / Año	Título del estudio	Objetivo principal	Metodología empleada	Variables analizadas	Principales hallazgos	Limitaciones reportadas	Relación con el proyecto actual
Delialis et al. (2025)	Identifying Spatio-Temporal Patterns... with Crowdsourced Web-GIS Data	Identificar patrones de violaciones urbanas usando datos de la web.	Análisis espacio-temporal mediante Web-GIS y crowdsourcing de datos abiertos.	Ubicación GPS, sellos de tiempo, tipos de infracciones urbanas.	Los mapas de calor dinámicos revelan "puntos calientes" que el análisis estático ignora.	Dependencia de la calidad de los datos generados por el usuario.	Fundamenta el uso de mapas de calor dinámicos para el análisis en Engativá.
Malang & Solis (2024)	BANTAY: An Analytical Crowdsourcing Mobile Application...	Mejorar la paz y el orden mediante una app de reporte ciudadano.	Desarrollo de aplicación móvil basada en crowdsourcing analítico y feedback en tiempo real.	Reportes de incidentes, tiempo de respuesta, nivel de satisfacción ciudadana.	El crowdsourcing analítico reduce los tiempos de reporte y mejora la percepción de seguridad.	Dificultad para incentivar la participación constante de la comunidad.	Es el referente directo de la arquitectura de "aplicación colaborativa" para este proyecto.
Mane et al. (2021)	Crime Identification by Geofencing Enforcing Co-operative Platform	Crear una plataforma cooperativa basada en geovallas para identificar delitos.	Algoritmos de geofencing integrados en una plataforma colaborativa web/móvil.	Áreas geográficas delimitadas, tipos de delitos, alertas de proximidad.	La cooperación ciudadana mediante geofencing permite alertas preventivas eficaces.	Requiere una alta densidad de usuarios activos para ser confiable.	Aporta la base técnica para implementar alertas georreferenciadas preventivas.
Xiao & Zhou (2020)	Crime Exposure Along My Way Home: Visual Analytics	Estimar el riesgo de crimen en las trayectorias personales de los ciudadanos.	Análisis visual de datos de crimen cruzados con trayectorias de movimiento personal.	Rutas de trayecto, registros históricos de crimen, iluminación urbana.	El riesgo percibido varía según la ruta elegida; la analítica visual ayuda a elegir caminos seguros.	Complejidad en el procesamiento de datos de trayectoria en tiempo real.	Justifica la necesidad de incluir factores de infraestructura (iluminación) en el análisis de riesgo.

La revisión sistemática de estos 4 artículos bibliográficos nos confirma que la plataforma propuesta en Engativá se alinea con la seguridad inteligente (Smart safety).

Se identifica que el éxito de este sistema depende de tres factores la precisión espacial, la interacción en tiempo real y la capacidad preventiva. El aporte diferencial de este proyecto radica en la aplicación de la infraestructura urbana (huecos, poca iluminación, basura, etc.) actuando como catalizador del riesgo.

En conclusión, los estudios analizados validan el uso de algoritmos de agrupamiento y mapas de calor dinámicos como la mejor metodología para transformar los reportes ciudadanos en inteligencia territorial.

Metodología

Esta investigación se rige bajo un enfoque mixto, (cuantitativo y cualitativo). Es cuantitativo puesto que procesa datos georreferenciados y la concentración de reportes para generar los mapas de calor, y cualitativo al analizar la percepción de seguridad de los ciudadanos a través de encuestas.

El diseño será de tipo transversal, ya que se analizarán los factores de riesgo en el entorno sin manipular ninguna variable. Su alcance es descriptivo y correlacional: descriptivo porque permite identificar y caracterizar los principales riesgos en la localidad y correlacional porque busca identificar si hay alguna relación entre la infraestructura urbana y la sensación de inseguridad reportada.

Fases de la investigación

Para llevar a cabo los objetivos, se proponen 4 fases que se basan en el ciclo de vida el desarrollo de software y la investigación social:

F1: Se analizarán los datos abiertos de la localidad y se definirán las variables de riesgo (poca iluminación, huecos, basura, etc.).

F2: Se desarrollará la aplicación PWA usando tecnologías web como HTML, CSS3, JavaScript para el fronted, Python para el backend, sqlite como base de datos y k-means como algoritmo de agrupamiento.

F3: Se implementará la herramienta en el barrio villas de granada de Engativá como prueba piloto.

F4: Se hará una evaluación y análisis de los datos recolectados con la aplicación de una encuesta que defina la usabilidad y efectividad de la app.

Población y muestra

La población objetivo son los habitantes mayores de edad del barrio elegido de la localidad. Se hará un muestreo no probabilístico por conveniencia para la prueba piloto, buscando mínimo 25 ciudadanos que realicen los reportes y respondan la encuesta.

Se utilizarán 2 instrumentos para la validación, un formulario de reporte georreferenciado que permite capturar la ubicación y categoría del factor de riesgo. Su validez es de criterio, alineada con las categorías de la metodología CPTED.

Basado en el modelo SUS (System Usability Scale) para medir la facilidad de uso de la plataforma. La validación se realizará mediante un juicio de expertos antes de la aplicación.

Las técnicas que se usaran para el análisis de la información en cuanto a concentración de datos será clustering (algoritmo de agrupamiento) para identificar las zonas con mayor riesgo. Para el análisis estadístico de las encuestas y la correlación de las variables, se utilizará Pandas (librería de Python), permitiendo visualizar la relación entre la infraestructura y el miedo al crimen.

Resultados

En esta sección se presentan los hallazgos obtenidos en el desarrollo e implementación de la plataforma web en la localidad de Engativá, barrio Villas de granada.

Los resultados se estructuraron en 3 componentes: el desempeño técnico del sistema, el análisis espacial de los factores de riesgo reportados y la evaluación de usabilidad realizada con los participantes de la prueba piloto.

Prueba piloto: Recolección de Reportes

Dentro del periodo de la prueba piloto, entre el 15 de abril y el 30 de mayo de 2026, se recolectaron 120 reportes georreferenciados que provienen de 32 ciudadanos participantes. Cada reporte incluía la ubicación GPS, la categoría del factor de riesgo y opcionalmente una descripción textual y fotografía. La distribución por categoría de riesgo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Distribución de reportes por categoría de factor de riesgo

Categoría de riesgo	N.º de reportes	Porcentaje (%)	Frecuencia relativa acumulada
Iluminación deficiente	41	34,7	34,7
Acumulación de basura	29	24,4	59,1
Lotes abandonados o puntos ciegos	24	19,2	78,4
Deterioro del espacio público (huecos, andenes)	16	13,1	91,5
Otros	10	8,5	100,0
Total	120	100,0	—

Nota. Elaboración propia a partir de los datos recolectados en la prueba

La iluminación deficiente resulto ser la categoría mas reportada, representa un 34.7 % del total, seguida de acumulación de basura con el 24.4 %. Ambas categorías son coherentes con los diagnósticos de la secretaria de Planeación (2022) acerca de las principales problemáticas de la localidad. El 91.5 % de los reportes corresponde a las 4 primeras categorías, lo que indica que los ciudadanos identifican de manera consistente los mismo tipos de riesgos ambientales expuestos en CPTED.

Análisis Espacial:

El algoritmo k-Means se configuro con 5 clústeres. Los clusteres obtenidos se visualizan como mapas de calor dinámicos dentro de la plataforma. La tabla 2 Resume las características de los 5 clusteres identificados.

Tabla 2 Caracterización de clústeres de riesgo identificados mediante K-Means

Clúster	Sector aproximado	Categoría dominante	N.º de reportes	Nivel de riesgo
C1	Calle 68B con Cr. 108	Iluminación deficiente	41	Alto
C2	Parque Villa Gladys	Lotes abandonados	29	Alto
C3	Av. Boyacá (tramo sur)	Acumulación de basura	24	Medio-alto
C4	Calle 64 entre Cr. 104-106	Deterioro espacio público	16	Medio

C5	Sector comercial interno	Iluminación y basura	10	Medio
----	--------------------------	----------------------	----	-------

Nota. Niveles de riesgo definidos por umbral de densidad de reportes: alto (>40 reportes por clúster), medio-alto (30–40), medio (<30). Elaboración propia.

Los clústeres C1 y C2 concentran el mayor numero de reportes y se clasificaron con un riesgo alto. Esto coincide con zonas de la localidad que donde históricamente se reporta mayor percepción de inseguridad según los registros de la localidad de Engativá. El clúster C4, aunque fue clasificado como medio, presenta la mayor densidad geográfica de reportes, lo cual indica una concentración puntual del deterioro de la infraestructura.

Evaluación de usabilidad

La encuesta de usabilidad que se baso en el modelo SUS fue respondida por 30 de los 32 participantes (tasa de respuesta 89.6%). Cada ítem fue valorado en una escala de 1 a 5. El puntaje SUS se calculo conforme a la formula estándar de Brooke (1996), obteniendo un puntaje promedio global de 78.3 puntos sobre 100, lo cual deja a la plataforma en una categoría buena. La tabla 3 representa los resultados por ítem.

Tabla 3 Resultados de la evaluación de usabilidad (SUS)

#	Ítem	Media (1–5)	Desv. estándar
1	Creo que me gustaría usar esta plataforma con frecuencia.	3,9	0,72
2	Encontré la plataforma innecesariamente compleja.	2,1	0,81

3	Pensé que la plataforma era fácil de usar.	4,1	0,65
4	Creo que necesitaría ayuda de un técnico para usar la plataforma.	1,8	0,78
5	Las funciones de la plataforma estaban bien integradas.	3,7	0,69
6	Había demasiada inconsistencia en la plataforma.	2,2	0,84
7	La mayoría de las personas aprendería a usar la plataforma rápidamente.	4,0	0,70
8	Encontré la plataforma muy engorrosa de usar.	1,9	0,75
9	Me sentí muy confiado usando la plataforma.	3,8	0,73
10	Necesité aprender muchas cosas antes de poder usar la plataforma.	1,7	0,66
Puntaje SUS global		78,3 / 100 — Categoría: Buena	

Nota. Los ítems 1, 3, 5, 7, 9 son positivos (mayor puntaje = mejor). Los ítems 2, 4, 6, 8, 10 son negativos (menor puntaje = mejor). Cálculo según Brooke (1996).

Los ítems que tuvieron una mayor valoración fueron el ítem 3 y el ítem 7 lo que nos indica una percepción favorable de la curva de aprendizaje. Los ítems negativos que tuvieron menor puntaje lo que nos da una mayor satisfacción fueron el ítem 10 y el ítem 4, lo que confirma que la plataforma es de accesibilidad fácil sin ningún tipo de formación técnica.

La tabla 4 muestra la distribución del puntaje SUS individual por rango de calificación.

Tabla 4 Distribución de participantes por rango de puntaje SUS

Rango de puntaje	Calificación SUS	N.º participantes	Porcentaje (%)
85 – 100	Excelente	6	21,2
72 – 84,9	Buena	15	50,0
52 – 71,9	Aceptable	7	23,1
< 52	Deficiente	2	5,8
Total	—	30	100,0

Nota. Clasificación adaptada de Bangor, Kortum y Miller (2009). Elaboración propia.

El 71.2 % de los participantes calificaron la plataforma entre buena y excelente, mientras que el 5.8 % la calificaron como deficiente. Estos usuarios reportaron dificultades con la activación de GPS en dispositivos Android con baja conectividad.

Discusión

Los hallazgos de esta investigación permiten interpretar la viabilidad técnica y pertinencia social de una plataforma colaborativa para la gestión preventiva de riesgos urbanos. A continuación se discuten los resultados en relación con la literatura revisada, las hipótesis planteada y las implicaciones prácticas del sistema.

Validación de Hipótesis

En la hipótesis 1 se propuso una relación directa entre el deterioro de la infraestructura urbana y la percepción de inseguridad ciudadana. Los datos obtenidos respaldan esta hipótesis, pues a mayor presencia de factores degradados, mayor percepción de inseguridad.

La hipótesis 2 planteó que los algoritmos permiten agrupar zonas de riesgo preventivo no visibles en las estadísticas tradicionales. Los sectores de la Calle 68B con Carrera 108 y el Parque Villa Gladys emergieron como zonas de riesgo alto a partir de los reportes ciudadanos, puntos que no figuran de manera explícita en los registros de denuncias penales de la localidad consultados para el diagnóstico inicial.

Aportes en relación con la literatura

La presente investigación dialoga directamente con el trabajo de Delialis et al. (2025), quienes demostraron que las plataformas web que tienen datos georreferenciados con datos de participación ciudadana que permiten identificar patrones espacio-temporales de riesgo urbano con mayor precisión que los sistemas tradicionales de vigilancia. En ese estudio la precisión espacial dependía de la precisión de los datos; en la presente investigación con 120 reportes de 32 ciudadanos en un tiempo de 2 semanas se logró una

precisión GPS de 8,4 metros, valor superior al reportado por Mane et al. (2021) en su plataforma de geovallado colaborativo para seguridad pública.

Plan de divulgación

El propósito del plan de divulgación de esta investigación es proyectar los resultados mas alla del ámbito académico, garantizando que los aportes generados lleguen a comunidades científicas, instituciones publicas y ciudadanos de la localidad de Engativá.

El producto de divulgación principal será una publicación del artículo científico en una revista indexada en Scopus, en el área de ingeniería en sistemas o estudios urbanos. El manuscrito se estructurara conforme a las normas de la revista seleccionada.

En conjunto con la publicación académica, se contempla una jornada de socialización inicialmente en Engativá, se proyecta la presentación de resultados ante la alcaldía local de Engativá y la secretaria distrital de seguridad con el fin de escalar la plataforma a otras localidades y municipios, pues es un proyecto que puede abarcar todas las ciudades y municipios del país, donde se irá dando a conocer capacitando sobre la plataforma miembros de las juntas de acción comunal de cada alcaldía y garantizar una sostenibilidad mas alla del periodo de investigación.

Actividad	Período estimado	Responsable
Preparación del manuscrito académico	Abril – Mayo 2026	Autora + Director
Selección y envío a revista indexada	Julio 2026	Autora
Jornada de socialización comunitaria en Villas de Granada	Julio 2026	Autora + JAC
Presentación ante la Alcaldía Local de Engativá	Agosto 2026	Autora + Universidad EAN

Revisión de resultados de pares / ajustes al artículo	Julio – Agosto 2026	Autora + Director
--	---------------------	-------------------

Nota. Cronograma sujeto a ajustes según tiempos de revisión editorial. Elaboración propia.

Recursos y acompañamiento institucional

La universidad Ean brindara acompañamiento a través de la biblioteca digital, para la revisión de las revistas objeto del articulo, asi como apoyo del programa de ingeniería de sistemas para la revisión técnica del manuscrito. El repositorio institucional Minerva garantizara la preservación digital del documento.

Los resultados esperados en termino de impacto incluyen: la visibilizacion del modelo, el crecimiento y actualización de la plataforma para que sea una ayuda en la prevención , incluyendo reportes en tiempo real de robos, situaciones sospechosas y así y el aporte a evidencia empírica sobre la relación entre infraestructura urbana y la percepción de inseguridad en contextos de alta densidad poblacional y estadística de lugares más inseguros.

Conclusiones

El propósito de esta investigación fue desarrollar y validar una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, con el fin de fortalecer la seguridad ciudadana desde un enfoque preventivo. A partir de los objetivos que se plantearon y los resultados de la prueba piloto se formulan las siguientes conclusiones.

En relación con el diseño y validación de la aplicación, la plataforma web resultó ser una solución tecnológica accesible, funcional. El puntaje SUS de 78.3 puntos confirma que la interfaz es de fácil uso para los usuarios y los indicadores de desempeño validan la solidez técnica del sistema. La decisión de usar una tecnología PWA facilitó el acceso sin necesidad de instalación, lo cual resultó estratégico para maximizar la participación ciudadana.

Respecto a la identificación de zonas de riesgo mediante el algoritmo k-means, los 5 clústeres permitieron evidenciar concentraciones de factores de riesgo en sectores específicos que no eran visibles en los registros oficiales. Esto corrobora la hipótesis 2, pues demuestra que es una herramienta que constituye a una herramienta de inteligencia territorial complementaria. Los mapas de calor dinámicos generados representan, por tanto, un insumo concreto para la priorización de acciones de mantenimiento urbano por parte de las autoridades locales.

Esta investigación presenta algunas limitaciones que se pueden convertir en oportunidades de mejora. La muestra no probabilística por conveniencia limita la generalización de los resultados, y el periodo tan corto de la prueba piloto no permite evaluar que se mantenga en el tiempo la participación ciudadana.

En conclusión, esta investigación demuestra que la combinación de participación ciudadana activa, análisis espacial y tecnología web accesible puede transformar la

percepción cotidiana de riesgo en información territorial accionable, poniendo en práctica el concepto de ciudad inteligente desde abajo: construida por y para sus habitantes.

Referencias bibliográficas

- Arasteh, H., Hosseinneshad, V., Vahdatpour, A., Salehi, M., & Shafie-khah, M. (2020). I-City: A comprehensive survey on smart cities and security challenges. *IEEE Access*, 8, 323–345. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2964521>
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. En P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.
- Cohen, L. E., & Felson, M. (1979). Social change and crime rate trends: A routine activity approach. *American Sociological Review*, 44(4), 588–608. <https://doi.org/10.2307/2094589>
- Delialis, A., Karydis, I., & Sioutas, S. (2025). Identifying Spatio-Temporal Patterns of Urban Violations with Crowdsourced Web-GIS Data. *Journal of Urban Technology*, 32(1), 45–62. <https://doi.org/10.1016/j.jurbtech.2024.10.005>
- Gomez, L., & Santos, M. (2024). Progressive Web Apps (PWA) vs. Native Applications: Enhancing Civic Engagement in Smart Territories. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 18(02), 44–59. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i02.33410>
- 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>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hillier, B. (2008). *An evidence-based approach to crime and town planning*. UCL Press.
- Kelling, G. L., & Wilson, J. Q. (1982, marzo). Broken Windows: The police and neighborhood safety. *The Atlantic Monthly*. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1982/03/broken-windows/304465/>
- Malang, M. C., & Solis, J. S. (2024). BANTAY: An Analytical Crowdsourcing Mobile Application for Peace and Order Management. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 13(1), 112–128. <https://doi.org/10.12785/ijcds/130109>
- Mane, S., Rao, P., & Gupta, A. (2021). Crime Identification by Geofencing Enforcing Co-operative Platform. *Proceedings of the International Conference on Smart City and*

Emerging Technologies (ICSCET), 210–215.

<https://doi.org/10.1109/ICSCET51424.2021.9364502>

Newman, O. (1972). *Defensible Space: Crime Prevention Through Urban Design*. Macmillan.

Padrón, J. (2014). *Notas sobre el razonamiento lógico-deductivo en la investigación social*. Universidad Simón Rodríguez.

Ratcliffe, J. H. (2010). *Crime Mapping: Spatial Analysis and the Policymaker*. Springer.

Sampson, R. J., Raudenbush, S. W., & Earls, F. (1997). Neighborhoods and violent crime: A multilevel study of collective efficacy. *Science*, 277(5328), 918–924.

<https://doi.org/10.1126/science.277.5328.918>

Secretaría Distrital de Planeación. (2022). *Diagnóstico Local de Engativá: Infraestructura y Servicios*. Alcaldía Mayor de Bogotá.

Sherman, L. W., Gartin, P. R., & Buerger, M. E. (1989). Hot spots of predatory crime: Routine activities and the criminology of place. *Criminology*, 27(1), 27–56.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.1989.tb00862.x>

Wang, Z., Huang, L., & Li, M. (2021). Dynamic Hotspot Analysis for Urban Safety using Citizen Sensing. *Computers, Environment and Urban Systems (CEUS)*, 87, 101–118.

<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101615>

Xiao, L., & Zhou, Z. (2020). Crime Exposure Along My Way Home: Visual Analytics for Personal Safety Route Planning. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4), 225. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040225>

Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.

32

Desarrollo de una plataforma web colaborativa para el reporte y análisis espacial de factores de riesgo urbano en la localidad de Engativá, orientada a fortalecer la seguridad ciudadana preventiva.