

Boletín Horizontes IGAC

#39

Marzo 2026

Dirección de
INVESTIGACIÓN
y Prospectiva

Boletín Horizontes IGAC

Estudio de vigilancia sobre las tendencias tecnológicas aplicables a los métodos colaborativos del catastro

Número 39

Bogotá / marzo 2026

ISSN 3114-9863 (En línea)

El *Boletín Horizontes IGAC* es una publicación de periodicidad irregular, editada por la Dirección de Investigación y Prospectiva del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Su propósito es difundir diversos temas relacionados con los avances y tendencias en materia tecnológica, metodológica, científica e institucional, que contribuyan al fortalecimiento de los procesos de producción, gestión y aprovechamiento de la información misional. El boletín constituye un espacio abierto que integra contenidos provenientes de ejercicios de vigilancia tecnológica, prospectiva, gestión de la innovación y cualquier otro tema estratégico para el desarrollo y proyección del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Johan Andrés Avendaño Arias

Director Técnico, Dirección de Investigación y Prospectiva

Coordinador del proyecto

Johan Andrés Avendaño Arias

Autores

Sonia Constanza Garzón Martínez

Lina Paola García Malagón

Expertos colaboradores

Andrea Geraldine Vásquez Pulido

Anthony Anaya Madera

Miguel Felipe Hinestroza Riaño

Diseño y diagramación

Gabriela Amaya Vásquez

Jose Castro Garnica

Juan Cortes Bolaños

Corrección de estilo

Angela Marcela Ortiz Rocha

Coordinación editorial

Gloria Yulier Cadena-Montero

Editor

Johan Andrés Avendaño Arias

Consejo directivo

Gustavo Francisco Petro Urrego

Presidente de la República de Colombia

Francia Elena Márquez Mina

Vicepresidenta de la República de Colombia

Piedad Urdinola Contreras

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE

Natalia Irene Molina Posso

Directora del Departamento Nacional de Planeación - DNP

Pedro Arnulfo Sánchez Suárez

Ministro de Defensa Nacional de Colombia

Irene Vélez Torres

Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Martha Carvajalino

Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Gustavo Adolfo Marulanda Morales

Director General IGAC

Martha Lucía Parra García

Secretaria General IGAC

COMITÉ DIRECTIVO

Gustavo Adolfo Marulanda Morales

Director General

Camila Andrea Baquero Arévalo

Subdirectora General (E.)

Johan Andrés Avendaño Arias

Director de Investigación y Prospectiva

Óscar Romero Guevara

Jefe Oficina Observatorio Inmobiliario Catastral

Anderson Puentes Carvajal

Director Técnico Gestión de Información Geográfica

Carlos Andrés Franco Prieto

Subdirector de Cartografía y Geodesia

Ricardo Fabián Siachoque Bernal

Subdirector de Agrolología

Manuel Guillermo Beltrán Quecan

Subdirector de Geografía

Melissa Lis Gutiérrez

Jefe Oficina Laboratorio Nacional de Suelos

Carmen Cecilia Cogollo Altamiranda

Directora de Gestión Catastral

Edwin Caro Velásquez

Subdirector de Proyectos

Alexis Javier Carbone Mendoza

Subdirector de Avalúos

Andrés Felipe González Vesga

Director de Regulación y Habilitación

Fernando Pérez Moreno

Director de Tecnologías de la Información y Comunicaciones

Diana Alexandra Ruiz Bedoya

Subdirectora de Información

Diego Fernando Melo Vaquen

Subdirector de Sistemas de Información (E.)

Elkin Enrique Virgen Galán

Subdirector de Infraestructura Tecnológica

Martha Lucía Parra García

Secretaria General

Sandra Milena Martínez

Subdirectora de Talento Humano

Laura Moreno Moreno

Subdirectora Administrativa y Financiera

Víctor Maldonado Nova

Jefe Oficina Asesora de Planeación

Camila Gutiérrez Barragán

Jefe Oficina Asesora Jurídica

Alejandra Montenegro Pinzón

Jefe Oficina Asesora de Comunicaciones

Janeth González Nivia

Jefe Oficina de Control Interno

Natalia Rojas González

Jefe Oficina Control Interno y Disciplinario

María Alejandra Ferreira Hernández

Jefe Oficina de Relación con el Ciudadano

Aura Daniela Guzmán Ramírez

Jefe Oficina Comercial

Este documento fue realizado dentro del grupo de investigación de Geomática reconocido por MinCiencias, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) de la Dirección de Investigación y Prospectiva (DIP). Línea de investigación socioeconómica de proyecto: Sistema de Ciudades Jerarquía y Funcionalidad (2023 - 2025).

Todos los derechos reservados para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). El texto, la cartografía y los gráficos contenidos en la presente obra están sujetos a derechos de propiedad intelectual "Ley 23 de 1982, modificada por la Ley 44 de 1993, Ley 1915 de 2018, y la Ley 2294 de 2023, y aquellas normas que modifiquen, adicionen o deroguen las disposiciones vigentes relacionadas en la materia".

Esta publicación debe citarse como:

Garzón Martínez, S. C. y García Malagón, L. P. (2026). Estudio de vigilancia sobre las tendencias tecnológicas aplicables a los métodos colaborativos del catastro (Boletín Horizontes IGAC, n.º 39). Dirección de Investigación y Prospectiva, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/el-igac/areas-estrategicas/direccion-de-investigacion-y-prospectiva/publicaciones-direccion-de-investigacion-y-prospectiva>

1. Resumen ejecutivo 4

2. Objetivo del boletín 4

3. Contexto 4

4. Motivación institucional 6

5. Tendencias tecnológicas 6

6. Metodologías emergentes 7

7. Soportes bibliométricos 11

8. Referencias 13

Estudio de vigilancia sobre las tendencias tecnológicas aplicables a los métodos colaborativos del catastro

Resumen ejecutivo

Este boletín sintetiza las tendencias tecnológicas y los métodos clave aplicables al catastro colaborativo, con un análisis de fuentes publicadas entre 2015 y 2025. La metodología de vigilancia tecnológica se apoyó en técnicas bibliométricas para analizar tendencias en un conjunto de 53 referencias científicas recuperadas de la base de datos bibliográfica Scopus.

El estudio evidencia la evolución del catastro colaborativo hacia soluciones más avanzadas, en las que la participación comunitaria se combina con tecnologías emergentes. Entre estas destacan la vectorización semiautomática de croquis análogos, el uso de inteligencia artificial para agilizar la digitalización de linderos y el desarrollo de plataformas web para la delineación parcelaria con validaciones automáticas.

Asimismo, se evidencia la articulación con entornos 3D y GeoBIM, que facilitan acuerdos más claros en contextos urbanos, así como la implementación de *living labs* territoriales, los cuales contribuyen a que el catastro no sea un producto estático, sino un proceso en constante evolución.

La evaluación de expertos indica una factibilidad moderadamente favorable para la mayoría de las recomendaciones, tanto en la aplicación de metodologías como en la incorporación de tecnologías. No obstante, se identifican algunos casos con valoraciones desfavorables en todos los horizontes temporales, lo que sugiere que su implementación no es recomendable en las condiciones actuales.

En conjunto, los resultados muestran que existe viabilidad para incorporar progresivamente las tecnologías y metodologías evaluadas en las distintas etapas de la gestión de la información geoespacial vinculada al catastro. Este proceso puede promover la participación ciudadana y fortalecer la eficiencia y la eficacia institucional del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Objetivo del boletín

Presentar la identificación y el análisis de las tendencias tecnológicas y metodológicas emergentes asociadas al catastro colaborativo, las cuales pueden representar mejoras significativas en los procesos de producción y gestión de la información espacial.

Contexto

Métodos colaborativos del catastro

Los métodos colaborativos del catastro son procesos en los que la comunidad participa activamente en el diseño, captura y evaluación de información geoespacial predial como insumo para el desarrollo de procesos catastrales bajo reglas de gobernanza de datos, trazabilidad y precisión “adecuada al propósito” (Decreto 148 de 2020).

Este enfoque representa un avance frente a los procesos tradicionales y tiene como finalidad mejorar la actualización, precisión.

y cobertura de la información catastral, involucrando a la comunidad en el proceso con el fin de agilizar la gestión y favorecer la planificación territorial (Asiama et al., 2017).

En términos operativos, como se plantea en la Figura 1, el ciclo avanza de forma continua desde una fase de estudio y planificación, en la cual se definen objetivos, niveles de precisión y responsabilidades, hacia un diseño participativo donde se acuerdan instrumentos, metadatos y cumplimiento regulatorio.

Posteriormente, sigue una etapa de capacitación y definición de protocolos para estandarizar las prácticas de campo.

El proceso continúa con la captura participativa en terreno mediante instrumentos

como receptores GNSS, aplicaciones móviles y vehículos aéreos no tripulados (UAV), lo que permite la consolidación digital en una base de datos 2D/3D con control de versiones.

Luego, el proceso pasa por etapas de aseguramiento y control de calidad que incluyen verificación posicional, validación de dominios y aplicación de reglas topológicas, así como por la resolución de discrepancias técnico-jurídicas con trazabilidad documental.

Finalmente, culmina en la publicación e integración de la información mediante visores geográficos y API, seguida de una fase de mantenimiento con retroalimentación que reingresa al sistema, cerrando así el ciclo de mejora continua (Brown y Kyttä, 2014; Enemark et al., 2014).



Figura 1. Esquema ilustrativo que sintetiza el ciclo de los métodos colaborativos del catastro.

Motivación institucional

Para el IGAC y su Dirección de Investigación y Prospectiva (DIP), las tecnologías y metodologías emergentes asociadas al catastro colaborativo son fundamentales, ya que contribuyen a optimizar los procesos de producción y gestión de información espacial y catastral orientados a la participación ciudadana.

La inteligencia artificial y los SIG participativos impulsan la modernización del catastro multipropósito, fortaleciendo la actualización oportuna de la información territorial y apoyando la planificación y el desarrollo sostenible y resiliente del país.

Tendencias tecnológicas

Las tendencias tecnológicas clave en el catastro colaborativo se centran en el uso de drones para la captura de imágenes aéreas, complementados con equipos GNSS y aplicaciones móviles que facilitan la recolección participativa de datos en campo.

Se observa un interés creciente en el uso de plataformas de Información Geográfica Voluntaria (VGI) y SIG participativos, que permiten integrar aportes comunitarios en tiempo real con bases cartográficas oficiales.

Además, sobresalen los avances en modelo tridimensional e integración GIS-BIM, junto con el empleo de redes neuronales y modelos como *random forest*, U-Net o SegFormer, los cuales permiten la detección de linderos, la clasificación de coberturas y el análisis de cambios.

A continuación, se presentan las principales tecnologías empleadas en el catastro colaborativo, agrupadas de acuerdo con el ciclo de vida de la información geográfica.

1. Recolección de datos

- **Drones y UAV:** DJI Phantom, SkyWalker, UAV de ala fija, Mission Planner, Pix4D-

Mapper, Agisoft Photoscan, GoPro HERO3, Mobius ActionCam, Canon A4000 RGB, ICE Image Composite Editor.

- **Equipos GNSS y GPS:** Trimble R2, Leica GNSS, Garmin GPSMap 62s, Magellan eXplorist 510, Garmin 60, Emlid Reach RS+, receptores GNSS diferenciales.

- **Aplicaciones y plataformas móviles:** Meridia Collect, ODK Collect, ODK Build, KoBo Toolbox, Esri Collector, App Inventor.

- **Plataformas VGI:** OpenStreetMap (OSM), Wikimapia, Geo-Wiki, GISColab, Google My Maps.

- **Redes sociales y repositorios:** Twitter, Facebook, Foursquare, Flickr, Ushahidi.

- **SIG participativos:** PGIS (Participatory GIS), PPGIS.

2. Almacenamiento de datos

- **Bases de datos:** PostgreSQL/PostGIS, CMDBuild, 3DCityDB.

- **Servidores y geoplataformas:** GeoNode, GeoServer, BIMServer, CesiumJS.

- **Sistemas híbridos:** Esri + PostgreSQL, nube (DigitalOcean).

3. Procesamiento de la información

- **Integración SIG y teledetección:** SIG participativos (PGIS, PPGIS), sensores remotos, análisis multitemporal, ortofotomapas, modelado 3D, integración GIS-BIM.

- **Métodos avanzados de análisis espacial y aprendizaje automático:** *random forest*, CA-Markov, U-Net, SegFormer, modelos basados en lógica difusa, análisis de vectores de cambio.

- **Metodologías emergentes:** modelos híbridos de gobernanza territorial, análisis del marco SLG, CityGML para integración de datos 3D, GeoBIM.

4. Evaluación de la calidad

- **Algoritmos de control:** redes neuronales artificiales (RNA), MATLAB Neural Toolbox, minería de datos.

- Comparación de VGI con datos oficiales.

- **Plataformas de verificación:** KoBo Toolbox, encuestas digitales, cuestionarios móviles, App Inventor (capturas rápidas).

5. Disposición de la información

- **Plataformas participativas:** Geo-Survey, Commonplace, XYEarth (PGIS 3D).

- **Herramientas web:** Leaflet, Google Maps API, WFS, WMS, geoportales.

- **Estándares:** CityGML, GeoBIM, IFC, API REST.

6. Actualización continua

- **Tecnologías de blockchain y mecanismos de geoprivacidad:** Ethereum, NFT, SHA-256, MaskMy.xyz, Halo Masking, cifrado descentralizado.

- **Protocolos de soberanía de datos:** GeoNode CMS, control de acceso comunitario.

- **Plataformas iterativas VGI:** OSM, GISColab, crowdsourcing constante.

- **Software complementario:** 3Dfier, GDAL REST, GML, GDAL-Python, GDAL-QGIS.

- **Herramientas de análisis y procesamiento avanzado:** GeoMondrian, OLAP, SOLAP, IBM DB2 Spatial Extender, Oracle Spatial, Landscape Pattern Analysis Tool.

Tecnologías emergentes

Las tecnologías emergentes incluyen la captura colaborativa de datos catastrales mediante plataformas de Información Geográfica Voluntaria (VGI), como GISColab, Geo-Wiki y Ushahidi, integradas con aplicaciones ligeras de campo –por ejemplo, Meridia Collect y App Inventor– y con flujos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) realizadas *in situ*.

Asimismo, destacan los avances en la automatización de la extracción y actualización de linderos mediante modelos de segmentación, como U-Net y SegFormer, y técnicas de visión por computador implementadas con herramientas como OpenCV y scikit-image. Estos procesos pueden complementarse con plataformas como WebODM y SmartSkeMa para la vectorización de ortoimágenes y nubes de puntos, así como con sistemas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), como Tesseract, para la digitalización masiva de croquis y formularios históricos.

También se destacan plataformas de visualización y procesamiento avanzado, como GeoNode CMS y GeoMondrian, junto con herramientas de análisis espacial, entre ellas Oracle Spatial y Landscape Pattern Analysis Tool, que permiten una gestión más eficiente y segura de la información territorial.

Por último, la integración de modelos tridimensionales (3D) con entornos BIM permite mejorar la visualización, gestión y análisis del territorio, favoreciendo procesos de planificación más robustos y colaborativos.

Metodologías emergentes

Las tendencias metodológicas actuales integran técnicas participativas para la recolección de datos, el almacenamiento, el procesamiento avanzado de información geoespacial y la evaluación comunitaria. Entre las principales metodologías destacan los procesos de recolección participativa mediante mapeo comunitario y captura móvil conectada a plataformas de VGI y sistemas de información geográfica participativos (PGIS), que permiten registrar evidencias territoriales en tiempo real.

Asimismo, el enfoque de almacenamiento y planeamiento inclusivo (PILaR) permite organizar los aportes comunitarios en repositorios interoperables. El procesamiento multifuente combina teledetección multitemporal y fotogrametría con técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, como *random forest*, U-Net,

SegFormer, CA-Markov y modelos basados en lógica difusa. De igual forma, la integración de entornos GeoBIM y CityGML permite modelar unidades territoriales en dos y tres dimensiones (2D/3D), facilitando su gestión y gobernanza territorial.

La evaluación de la calidad articula procesos de verificación estadística con mecanismos de validación social (crowd agreement), bajo marcos conceptuales como LADM, STDM y FFP-LA. Por su parte, la disposición de la información utiliza escenarios participativos, como PGIS 3D, serious gaming y ejercicios de role-playing, junto con servicios web abiertos que apoyan los procesos de toma de decisiones. Finalmente, la actualización continua se realiza mediante procesos iterativos de retroalimentación en campo.

Investigaciones futuras

Las principales líneas de investigación futura o brechas de conocimiento (research gaps) en el catastro colaborativo abarcan diversos ámbitos. Entre ellas destaca el desarrollo de algoritmos de IA orientados a la detección y actualización automática de linderos, así como la digitalización semiautomatizada de croquis ciudadanos, particularmente en las etapas de preparación y estructuración de datos.

A esto se suma la integración de metodologías participativas y procesos de cocreación comunitaria para fortalecer la legitimidad y validación de los datos catastrales, incorporando saberes indígenas y prácticas locales en los procesos de validación territorial. Asimismo, el desarrollo de tecnologías como blockchain y modelos BIM participativos podría contribuir a fortalecer la soberanía de los datos y la documentación precisa del patrimonio territorial y de las áreas urbanas.

Otras áreas clave incluyen la validación colaborativa basada en VGI y crowdsourcing, la integración de UAV y sensores remotos para mejorar la calidad y resolución de la información, y la gobernanza territorial orientada a la mediación de conflictos y a enfoques centrados en derechos.

Finalmente, se destaca la importancia de los estándares internacionales, la realización de pruebas piloto bajo el enfoque FFP-LA y el desarrollo de modelos que reconozcan diferentes niveles de posesión y tenencia, acordes con las realidades sociales y culturales de cada territorio.

Recomendaciones metodológicas y tecnológicas

Para el IGAC, la implementación de metodologías y tecnologías vinculadas con los enfoques colaborativos del catastro representa una oportunidad para fortalecer la interacción con las comunidades desde una perspectiva más innovadora.

A través de estas herramientas se busca fortalecer los procesos de actualización, precisión y cobertura de la información catastral, promoviendo la participación activa de la comunidad y agilizando la gestión catastral.

La Tabla 1 presenta las recomendaciones tecnológicas relacionadas con equipos, plataformas y licencias de software que podrían incorporarse para apoyar dichos procesos.

Tabla 1. Recomendaciones tecnológicas para la gestión de mé-todos colaborativos del catastro

Etap ­ a gestión de información geoespacial	Recomendaciones tecnológicas (adquisiciones)	Código
Captura de objetos	Implementar técnicas de visión por computador (Canny, Watershed, Douglas-Peucker) y redes neuronales de segmentación (U-Net, SegFormer) para detectar y vectorizar linderos, caminos y construcciones. Complementar con reconocimiento óptico de caracteres (OCR) mediante Tesseract para digitalizar textos presentes en croquis. Estas herramientas pueden integrarse en sistemas de información geográfica de escritorio o en línea, como QGIS y PostGIS.	F1-01_T
	La delineación parcelaria ciudadana avanzada puede apoyarse en plataformas web de edición cartográfica (Leaflet, OpenLayers, MapLibre GL), alimentadas con ortofotografías publicadas desde GeoServer y gestionadas en PostGIS. Estas plataformas pueden incorporar herramientas de snapping y validación topológica en tiempo real (cierres, solapes y geometrías inválidas). Además, permiten adjuntar documentos y fotografías, así como mantener control de versiones para registrar cambios. En zonas con baja conectividad pueden implementarse como aplicaciones web progresivas (PWA) con sincronización offline.	F1-02_T
Evaluación de la calidad	Utilizar plataformas de PGIS, como GeoNode, GeoServer y Leaflet, para publicar datos preliminares y recoger observaciones comunitarias. Complementar con aplicaciones móviles (Ko-BoToolbox, ODK, Meridia o Esri Collector) para registrar consensos y firmas digitales, junto con bases de datos PostGIS con versionado espacial que permitan mantener trazabilidad de las modificaciones.	F2-01_T
	Implementar visores web tridimensionales (CesiumJS, XYEARTH) integrados con PostGIS y GeoServer para publicar modelos 3D de parcelas y edificaciones. Asimismo, incorporar 3DCityDB basado en CityGML para gestionar entornos urbanos complejos e integrar modelos GeoBIM (IFC/BIM) cuando se requiera mayor detalle constructivo, permitiendo anotaciones comunitarias directamente sobre el modelo.	F2-02_T
	Desplegar un microservicio conectado al PGIS (GeoNode o GeoServer) y a la base de datos PostGIS para generar huellas digitales (hashes SHA-256) de cada archivo validado. Estos hashes pueden anclarse en redes blockchain, públicas (Ethereum, Polygon) cuando se busca verifi-cabilidad abierta, o permissionadas (Hyperledger, Quorum) cuando el proceso está restringido a instituciones y comunidades autorizadas.	F2-03_T

Además, en la Tabla 2 se presentan las recomendaciones metodológicas que pueden implementarse y que se articulan con las tecnologías propuestas en la sección anterior:

Tabla 2. Recomendaciones metodológicas para la gestión de métodos colaborativos del catastro

Etap ­ a gestión de información geoespacial	Recomendaciones tecnológicas (adquisiciones)	Código
Captura de objetos	Vectorización semiautomática de croquis y límites con validación comunitaria. Consiste en transformar croquis comunitarios y mapas elaborados a mano en geometrías digitales mediante un flujo de digitalización asistido por herramientas semiautomáticas. Los resultados son revisados y validados por la comunidad a través de talleres o sesiones participativas, donde se corrigen errores, se ajustan los límites y se aprueban las delimitaciones finales antes de su consolidación en el sistema catastral.	F1-01_M
	Delineación parcelaria por la ciudadanía. Esta metodología busca superar el enfoque tradicional en el que la comunidad únicamente aporta croquis en papel o anotaciones sobre ortofotos impresas. En este caso, los habitantes participan directamente en la construcción del catastro mediante plataformas digitales que permiten trazar los límites de sus parcelas sobre ortofotografías de alta resolución generadas con UAV o imágenes satelitales recientes. El proceso incluye la capacitación de la comunidad en el uso de las herramientas digitales y en criterios básicos de representación espacial (precisión, consistencia y atributos obligatorios). Posteriormente, cada declarante delimita su parcela sobre la ortofoto e incorpora documentos de soporte (recibos, testimonios, escrituras o fotografías georreferenciadas). Los polígonos generados son sometidos a validaciones automáticas en tiempo real —como cierre poligonal, ausencia de traslapes y verificación de áreas mínimas— y posteriormente a procesos de revisión comunitaria en talleres de validación colectiva.	F1-02_M

Etapas de gestión de información geoespacial	Recomendaciones tecnológicas (adquisiciones)	Código
Evaluación de la calidad	Consenso comunitario digital. Todo dato capturado o procesado debe pasar por procesos de revisión en talleres comunitarios presenciales o híbridos. Durante estas sesiones, la comunidad analiza, corrige y aprueba la información generada. Como resultado, se producen actas digitales con evidencias multimedia (fotografías, audios, registros georreferenciados y coordenadas), lo que contribuye a legitimar la información catastral y reducir potenciales disputas territoriales.	F2-01_M
	Visualización tridimensional para validación comunitaria. Esta metodología permite a las comunidades interactuar con representaciones tridimensionales de su territorio para apoyar la resolución de disputas relacionadas con linderos y edificaciones en contextos donde los mapas bidimensionales resultan insuficientes, como barrios densamente urbanizados, áreas consolidadas o zonas patrimoniales. Durante talleres o sesiones participativas, los participantes pueden explorar el modelo 3D, identificar inconsistencias y proponer ajustes en tiempo real, considerando tanto los límites horizontales de las parcelas como la altura de las edificaciones y la relación espacial entre predios.	F2-02_M
	Blockchain como mecanismo de confianza comunitaria. En un catastro participativo, la comunidad aporta información y valida colectivamente límites, atributos y derechos. No obstante, existe el riesgo de que estos acuerdos puedan modificarse o cuestionarse posteriormente. La incorporación de <i>blockchain</i> permite establecer un mecanismo metodológico de trazabilidad y confianza. Una vez alcanzado el consenso comunitario sobre un conjunto de datos, se genera una huella digital única (<i>hash</i>) que representa exactamente ese registro. Este <i>hash</i> se ancla en una red <i>blockchain</i> , creando un sello de integridad que permite verificar en el futuro que la información no ha sido alterada desde su validación por la comunidad.	F2-03_M

De acuerdo con la evaluación realizada por un equipo de expertos de la DIP, se presenta la factibilidad tanto para la adquisición de tecnologías (Figura 2) como para la implementación de los métodos (Figura 3) en los horizontes de corto, mediano y largo plazo. La valoración se efectuó mediante una escala de 1 a 5, en la cual 1 corresponde a “Muy desfavorable”, 2 a “Desfavorable”, 3 a “Moderadamente favorable”, 4 a “Favorable” y 5 a “Muy favorable”.

El análisis de las ponderaciones de la Figura 2 muestra variaciones en las valoraciones, situadas entre niveles desfavorables y favorables, dependiendo de la tecnología evaluada. Específicamente, en la etapa de captura de objetos se observa una tendencia descendente en la factibilidad del uso de visión computacional y redes neuronales (U-Net, SegFormer; F1-01_T), que pasa de una valoración favorable

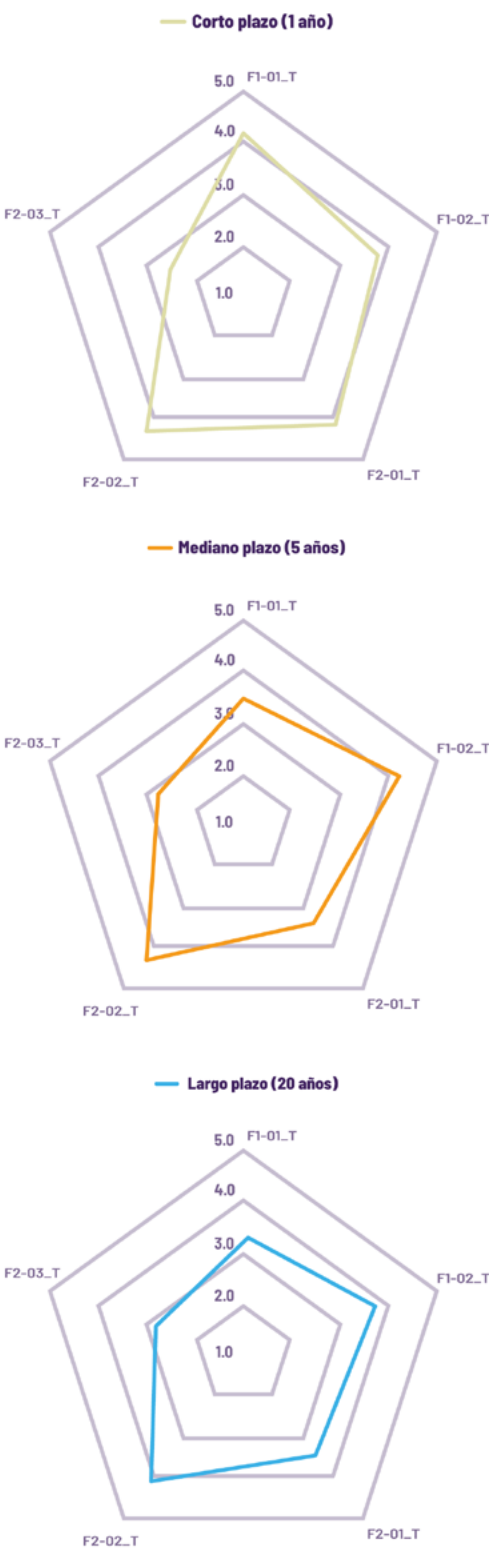


Figura 2. Factibilidad de adquisición de tecnologías asociadas a métodos colaborativos del catastro en el IGAC.

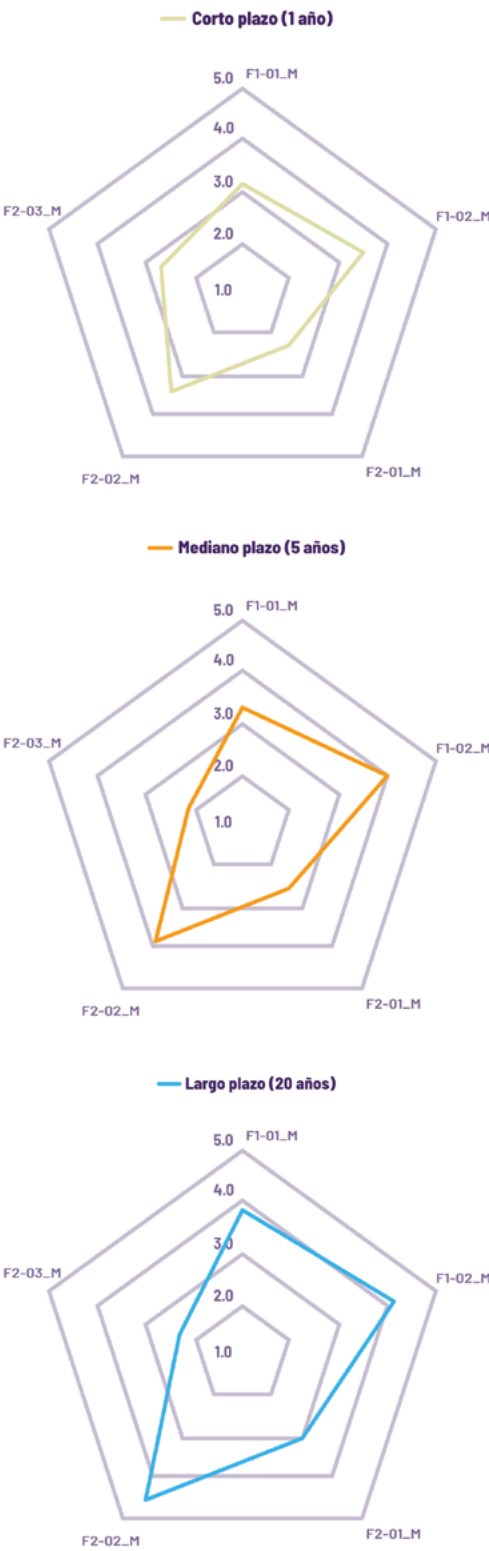


Figura 3. Factibilidad de implementación de métodos colaborativos del catastro en el IGAC.

en el corto plazo a moderadamente favorable en el mediano y largo plazo. Esto indica que este tipo de tecnología presenta una alta aplicabilidad inicial; sin embargo, su efectividad podría verse limitada con el tiempo por la aparición de métodos más avanzados o por la necesidad de actualización continua de los modelos.

Por su parte, el uso de plataformas web de edición cartográfica (F1-02_T) alcanza su valoración máxima en el mediano plazo, lo que refleja un proceso de consolidación tecnológica y operativa asociado al fortalecimiento de la infraestructura geoespacial.

En la etapa de evaluación de la calidad, se destaca el uso de visores web 3D integrados con PostGIS y GeoServer (F2-02_T) como la tecnología con mayor factibilidad en los tres horizontes de tiempo analizados, lo que evidencia su madurez y su capacidad para fortalecer los procesos de control y visualización tridimensional de la información geoespacial asociada al catastro. Por otro lado, el uso de plataformas PGIS (F2-01_T) presenta una valoración favorable en el corto plazo que desciende a moderadamente favorable en el mediano y largo plazo. Esto sugiere que, si bien son herramientas efectivas para la participación comunitaria y la validación colaborativa de datos, su sostenibilidad a largo plazo depende de la disponibilidad de infraestructura y del mantenimiento de la participación ciudadana en el proceso catastral.

Finalmente, la tecnología F2-03_T presenta una valoración desfavorable en los tres horizontes temporales, lo que indica que su adquisición no resulta viable debido a factores como el tiempo requerido para su implementación, los costos operativos y de mantenimiento, así como los retos asociados a su adopción por parte del personal, entre otros.

Como se observa en la Figura 3, los métodos evaluados dentro de la etapa de captura de objetos presentan una evolución progresiva desde valoraciones moderadamente favorables en el corto plazo hacia escenarios favorables en el mediano y largo plazo. La delineación parcelaria por la ciudadanía (F1-02_M) se establece como la técnica con mayor proyección futura, destacando su potencial para fortalecer los procesos de actualización y validación participativa de la información catastral. En esta misma etapa, la vectorización semiautomática de croquis y límites validada en taller (F1-01_M) muestra una tendencia de consolidación estable, alcanzando niveles favorables en el mediano plazo, lo que evidencia su viabilidad para su implementación institucional.

Por otro lado, en la etapa de evaluación de la calidad sobresale la visualización 3D (F2-02_M), que progresa de una valoración moderadamente favorable en el corto plazo a favorable en el largo plazo, lo que refleja su relevancia en los procesos de control visual y verificación espacial de la información geográfica. Sin embargo, otros métodos como el consenso comunitario digital (F2-01_M) y el uso de *blockchain* como capa de confianza comunitaria (F2-03_M)

mantienen valoraciones desfavorables en todos los escenarios, lo que indica que, bajo las condiciones actuales, su implementación no sería viable, ya sea por limitaciones técnicas, requerimientos normativos o baja aplicabilidad operativa en el contexto institucional.

En conjunto, los resultados evidencian que algunas tecnologías y métodos colaborativos del catastro presentan valoraciones favorables, lo que refleja una tendencia positiva hacia su adopción y consolidación en los distintos horizontes de tiempo. En particular, se observa una transición desde valoraciones moderadamente favorables en el corto plazo hacia escenarios favorables en el mediano y largo plazo, lo que demuestra el potencial de madurez técnica y operativa de las herramientas analizadas. No obstante, también se identifican casos en los que no se recomienda su implementación debido a limitaciones técnicas, altos requerimientos de infraestructura o baja viabilidad operativa en el contexto institucional actual.

En este sentido, se sugiere que el IGAC fortalezca la adopción temprana de tecnologías consolidadas, como el uso de la visión computacional, la vectorización semiautomática y la captura colaborativa. De manera paralela, se recomienda avanzar en una preparación estratégica que permita integrar progresivamente metodologías emergentes, como la visualización 3D y la delinea- ción parcelaria por la ciudadanía, con el fin de avanzar hacia una gestión catastral más moderna, eficiente y participativa.

Soportes bibliométricos

Periodo de tiempo del estudio	2015-2025
Palabras clave usadas en la búsqueda	"Participatory cadastre" OR "Collaborative cadastre" OR "Community-based cadastre" OR "Participatory mapping" OR "Volunteered Geographic Information for cadastre" OR "Collaborative land mapping" OR "Socially engaged land registration" AND "geospatial technology" OR GIS OR "geographic information system" OR "remote sensing" OR "drones" OR UAV OR "mobile mapping" OR "artificial Intelligence" OR "machine learning" OR blockchain OR GNSS OR RTK OR "open source GIS" OR "open platforms" AND "property registry" OR "land registry" OR cadastre OR "land administration"
Fuentes de datos utilizadas	Scopus
Documentos analizados	46 artículos resultados de investigación 7 artículos de revisión.
Métricas claves	Producción anual 2016 - 1; 2017 - 3; 2018 - 1; 2019 - 1; 2020 - 9; 2021 - 8; 2022 - 5; 2023 - 13; 2024 - 10; 2025 - 2

Periodo de tiempo del estudio	2015-2025
Autores relevantes	Citaciones y autores relevantes Con más de 30 citaciones entre el 2019 y 2020, destacan los autores Aditya, Trias, con 2 documentos publicados, 38 citaciones, siendo una figura central del clúster más reciente (2020) y teniendo una fuerte vinculación académica con los autores Santosa, P urnama Budi y Widjajanti, Nurrohmat ambos con 2 documentos y 38 citaciones. Por su parte, Bennett, Rohan M. sobresale con 3 documentos y 76 citaciones, mostrando una alta relevancia en impacto, aunque con menor fuerza de enlace respecto a los demás autores.
Herramientas de análisis utilizadas	VosViewer/Analyze results de Scopus
Documento estudio	Ficha_Vigilancia.pdf

Referencias

Asiama, K., Bennett, R. y Zevenbergen, J. (2017). Participatory Land Administration on Customary Lands: A Practical VGI Experiment in Nanton, Ghana. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(7), 186. <https://doi.org/10.3390/IJGI6070186>

Brown, G. y Kyttä, M. (2014). Key Issues and Research Priorities for Public Participation GIS (PPGIS): A Synthesis Based on Empirical Research. *Applied Geography*, 46, 122-136. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.11.004>

Decreto 148 de 2020 [Presidencia de la República]. Por el cual se reglamentan parcialmente los artículos 79, 80, 81 y 82 de la Ley 1955 de 2019 y se modifica parcialmente el Título 2 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto número 1170 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Reglamentario Único del Sector Administrativo de Información Estadística. 4 de febrero de 2020. D.O. No. 51.217.

Enemark, S., Clifford Bell, K., Lemmen, C. y McLaren, R. (2014). *Fit-For-Purpose Land Administration*. FIG Publication No. 60. International Federation of Surveyors (FIG). <https://www.fig.net/pub/figpub/pub60/Figpub60.pdf>