

Automatización de fauna urbana: Desarrollo de un sistema de reporte y catastros en Cayambe, Ecuador

Automation of urban fauna: Development of a reporting and cadastre system in Cayambe, Ecuador



- Jackson Martin Luzón Maldonado:** Instituto Superior Tecnológico Nelson Torres, Magister en Tecnologías de la Información,
<https://orcid.org/0000-0003-2349-2733>
- Andrés Ramón Moya Tocagón:** Instituto Superior Tecnológico Nelson Torres, Tecnólogo en Desarrollo de Software,
<https://orcid.org/0009-0001-0816-4582>
- Juan David Chimarro Amaguaña:** Instituto Superior Tecnológico Nelson Torres, Magister en Telemática Mención en Calidad del Servicio,
<https://orcid.org/0000-0001-9454-8357>
 Autor de correspondencia: martin.luzon@intsuperior.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.64424/rcu51202679>

Recibido: 5 de agosto 2025
 Aprobado: 28 de mayo 2026
 Publicado: 19 de junio 2026

Resumen:

La gestión de la fauna urbana en ciudades intermedias de Ecuador enfrenta desafíos críticos debido a la dependencia de registros manuales y la fragmentación de la información. Este artículo presenta el desarrollo y validación de un sistema integral de catastro y reportabilidad digital para el GADIP Municipio de Cayambe. Bajo una metodología de investigación aplicada con enfoque cualitativo-descriptivo, se realizó un diagnóstico situacional mediante entrevistas a expertos y análisis del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT). Los resultados evidenciaron que el modelo tradicional generaba duplicidad de datos y retrasos operativos de hasta 15 días. Como solución, se diseñó una plataforma interoperable mediante una API conectada al sistema municipal TeleTrámites, empleando una arquitectura contenerizada en Docker. La herramienta permite el registro georreferenciado, la generación automatizada de carnets digitales con códigos QR verificables y el análisis estadístico en tiempo real. La funcionalidad y estabilidad del sistema fueron certificadas por la Dirección de Ambiente y la Jefatura de Desarrollo de Software del municipio (2025-2026), confirmando su alineación con las políticas de salud pública y bioética nacional. Se concluye que la digitalización, respaldada por una vinculación academia-gobierno, es el motor fundamental para una gobernanza proactiva, permitiendo una vigilancia epidemiológica eficiente y el cumplimiento de los derechos de los animales domésticos en el marco de las ciudades inteligentes.

Palabras clave: Catastro de fauna urbana, Interoperabilidad, Gobierno electrónico, ciudades inteligentes, Cayambe.

Abstract:

Urban fauna management in intermediate cities in Ecuador faces critical challenges due to reliance on manual records and fragmented information. This article presents the development and validation of a comprehensive digital registry and statistical reporting system for the GADIP Municipality of Cayambe. Using an applied research methodology with a qualitative-descriptive approach, a situational diagnosis was conducted through expert interviews and analysis of the Land Use and Development Plan (PDOT). Results showed that the traditional model caused data duplication and operational delays of up to 15 days. As a solution, an interoperable platform was designed using an API connected to the municipal TeleTrámites system, employing a containerized architecture in Docker. The tool enables georeferenced registration, automated generation of digital ID cards with verifiable QR codes, and real-time statistical analysis. The system's functionality and stability were certified by the Municipal Environment Direction and the Software Development Department (2025-2026), confirming its alignment with national public health and bioethical policies. It is concluded that digitalization, supported by academia-government collaboration, is the fundamental driver for proactive governance, allowing for efficient epidemiological surveillance and the fulfillment of domestic animal rights within the framework of smart cities.

Keywords: Urban fauna registry, Interoperability, E-government, Smart Cities, Cayambe.



Introducción

En América Latina, diversas experiencias han demostrado que la era digital presenta tanto desafíos como oportunidades para enfrentar la gestión de la fauna. Un estudio realizado en Curitiba (Brasil) por Farias et al. (2022) utilizó una encuesta en línea para inventariar más de 350 especies, demostrando que la conducta de los habitantes y la gestión institucional deben alinearse con las expectativas de una ciudad inteligente para mitigar vulnerabilidades en la interacción humano-animal. Este contraste permite precisar el problema en el contexto local: mientras que en ciudades con alta biodiversidad el reto es la convivencia con la fauna silvestre, en Cayambe, el problema central es la ineficiencia de la gestión manual, que genera retrasos, silos de información y flujos de trabajo redundantes. Esta falta de datos centralizados y procesos digitalizados impide una previsión organizacional adecuada y debilita la capacidad municipal para enfrentar riesgos de salud pública y sobrepoblación animal. Por lo tanto, la digitalización no es solo una mejora técnica, sino una estrategia para transformar registros físicos en herramientas de decisión en tiempo real.

Por otro lado, en el Ecuador, Ulloa et al. (2020), señala que, el tema de los animales callejeros sigue siendo una preocupación social y de salud, incluso con la aplicación de regulaciones como la ordenanza Nro. 048 del Distrito Metropolitano de Quito, que castiga acciones contrarias al bienestar de los animales. Según datos del INEC estima que la población de perros callejeros en esta zona aumentó de 41,676 en 2013 a más de 122,000 en 2018, lo que incrementa los riesgos para la salud y la seguridad pública. En respuesta a esto, ha habido intentos de crear aplicaciones móviles que permitan la geolocalización en tiempo real de los animales callejeros, registrando su ubicación y otra información relevante.

Otros estudios, señalan que, la presencia de animales en zonas urbanas genera malestar en la población silvestre, incrementando el ataque a las especies animales situadas en estos sectores, de acuerdo con el estudio de Díaz et al. (2023), en Quito, Ecuador, el aumento en la población de perros y gatos callejeros ha sobrepasado el control de ataques a la fauna silvestre, incrementando el 79% de fauna silvestre tratada por lesiones, y tener un enfoque opuesto a este problema de forma multidisciplinaria puede optimizar la conservación de fauna silvestre, el bienestar de los animales, la salud de los humanos, y las políticas públicas (McInturff et al., 2025)

Esta problemática exige un abordaje desde el modelo de *Smart Cities* (Ciudades Inteligentes), donde la integración de tecnologías de la información no solo optimiza la infraestructura, sino que mejora la calidad de vida y la gestión de recursos urbanos, incluyendo la fauna (Caragliu et al., 2011).

Bajo este enfoque, la gestión de animales urbanos se alinea con el concepto de '*One Health*' (Una Sola Salud), una estrategia multidisciplinaria que reconoce la interconexión intrínseca entre la salud humana, la sanidad animal y el equilibrio ambiental (Manterola et al., 2024). Al digitalizar el catastro animal, el municipio transita hacia un modelo de Gobierno Electrónico (e-Government), donde la interoperabilidad de datos permite una vigilancia epidemiológica y poblacional más eficiente, transformando la administración reactiva en una gobernanza proactiva y basada en evidencia (Criado, 2016).

A nivel nacional, Andrade et al. (2024) señalan que la protección de los derechos de caninos y felinos en Ecuador ha evolucionado hacia la creación de marcos legales robustos y la integración de la bioética en la gestión pública. Sin embargo, estos autores advierten que el éxito de tales políticas se ve obstaculizado por la falta de recursos y una aplicación desigual de las normativas, lo que perpetúa problemas de abandono y riesgos zoonóticos. En este sentido, la presente investigación en Cayambe no solo propone una herramienta técnica, sino que responde a este desafío nacional al proveer una infraestructura digital que optimiza los recursos municipales y garantiza la aplicación efectiva de las políticas de protección animal mediante el registro y monitoreo sistemático.

Asimismo, la transición de procesos manuales a digitales en la administración pública responde a la necesidad de superar las limitaciones del modelo burocrático tradicional. La literatura sobre gestión pública sostiene que los registros manuales generan 'silos de información', flujos redundantes y opacidad en los datos, lo que en el caso de Cayambe se traduce en retrasos e inexactitudes en el registro de mascotas. La adopción de sistemas automatizados y georreferenciados representa una modernización administrativa que garantiza la integridad, trazabilidad y disponibilidad de la información en tiempo real, elementos críticos para la planificación de políticas de esterilización, vacunación y control de zoonosis que de otro modo serían inejecutables de forma sistémica.

La propuesta de este sistema digital se fundamenta en la convergencia entre la planificación territorial estratégica y las tecnologías de vanguardia para ciudades inteligentes. Por un lado, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cayambe (2020) en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) (2020-2030) identifica la necesidad imperativa de modernizar la gestión pública y mitigar riesgos sanitarios mediante un control ambiental más eficiente en sus componentes biofísicos y de asentamientos humanos. Por otro lado, Dasari et al. (2024) demuestran que la implementación de modelos impulsados por datos y analítica en tiempo real no solo optimiza la precisión del monitoreo en un 20%, sino que transforma la conservación y seguridad animal de una respuesta reactiva a una proactiva.

Así, el diseño de esta plataforma web y móvil para Cayambe actúa como el nexo técnico que materializa las metas de gobernanza local a través de la arquitectura tecnológica de una ciudad inteligente.

Al alinear los objetivos de interoperabilidad con la plataforma TeleTrámites del GADIP Cayambe, la investigación aborda el vacío identificado por Dasari et al. (2024) respecto a la falta de integración de datos en tiempo real que sufren los sistemas tradicionales. Mientras el PDOT establece el marco legal y la urgencia de proteger la salud pública y el equilibrio ecológico del cantón, el modelo tecnológico aquí propuesto provee la infraestructura necesaria para eliminar los silos de información y los flujos de trabajo manuales redundantes. Esta transición hacia un catastro digital automatizado no solo cumple con la política de simplificación de trámites municipal, sino que sienta las bases para futuras implementaciones de monitoreo avanzado y sostenibilidad urbana en ciudades intermedias del Ecuador.

En suma, el presente artículo se propone como una respuesta técnico-metodológica a la brecha existente entre la planificación normativa del GADIP Cayambe y las capacidades operativas actuales de gestión de fauna. Al integrar los principios de Smart Cities y Gobierno Electrónico con las metas de salud pública del PDOT (2020), esta investigación no solo diseña una herramienta digital para la automatización de trámites, sino que redefine el rol de los datos en la administración municipal. A través del contraste con modelos de monitoreo en tiempo real como el de Dasari et al. (2024), se justifica la transición hacia un sistema que elimina los silos de información y permite una gobernanza bajo el enfoque de 'One Health'. De esta manera, el trabajo no solo documenta un avance tecnológico local, sino que ofrece un modelo escalable de modernización administrativa para ciudades intermedias que buscan transformar la gestión de la fauna urbana en una política pública basada en evidencia y sostenibilidad digital.

43

Metodología

Tipo y diseño de investigación

El presente estudio se enmarca en la investigación aplicada con un diseño de estudio de caso, dado que busca resolver un problema práctico y específico del GADIP Cayambe mediante la creación de una solución tecnológica original. Se empleó un enfoque primordialmente cualitativo de alcance descriptivo, centrado en el análisis de procesos burocráticos y la experiencia del usuario institucional. Esta selección metodológica se justifica porque, en la fase de diseño y modelamiento de sistemas complejos de administración pública, la prioridad es la comprensión profunda de los silos de información, las deficiencias en el flujo de trabajo manual y los requerimientos funcionales técnicos.

Si bien el desarrollo tecnológico puede derivar en mediciones cuantitativas post implementación, la naturaleza de esta investigación se centra en la fase diagnóstica y proyectual, donde los métodos cualitativos (entrevistas y análisis documental del PDOT) permiten capturar la lógica del negocio municipal para integrarla exitosamente en la plataforma de TeleTrámites.

A fin de determinar la propuesta, se realizó una consulta a expertos mediante entrevistas semiestructuradas con el responsable de la gestión de fauna urbana en el Municipio de Cayambe. Esta técnica permitió identificar los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para el desarrollo de la plataforma, asegurando que la herramienta responda a la realidad operativa de la institución.

Área de estudio y población

El área de estudio se circunscribe a la gestión administrativa y operativa del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional (GADIP) del Municipio de Cayambe, Ecuador. La investigación se enfocó en el diagnóstico y digitalización de los procesos de la Dirección de Ambiente, específicamente en lo referente al catastro de fauna urbana.

La población objeto de análisis estuvo conformada por informantes clave del GADIP Cayambe, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional. Los criterios de inclusión para los participantes fueron: 1) ser responsables técnicos o tomadores de decisiones en el área ambiental, o 2) formar parte del equipo de desarrollo y soporte tecnológico municipal. Bajo este criterio, se contó con la participación directa de la Dirección de Ambiente y la Jefatura de Desarrollo de Software, quienes actuaron como expertos para el levantamiento de requerimientos y la validación de la solución.

La pertinencia de esta población y del área de estudio queda respaldada por la Certificación de Cumplimiento de Requerimientos (noviembre, 2025) emitida por la Dirección de Ambiente, la cual avala que el sistema diseñado permite la gestión integral y actualización del catastro en todo el territorio cantonal. Asimismo, la Certificación de Cumplimiento Técnico (enero, 2026) de la Jefatura de Desarrollo de Software confirma que la población técnica participó en la integración exitosa de la API de TeleTrámites y el despliegue en los servidores municipales, asegurando que la herramienta responde a la infraestructura real del municipio y a sus competencias legales en salud pública y ordenamiento territorial.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información se emplearon tres técnicas principales:

- **Revisión Documental:** Se analizó la normativa local (Ordenanza de Fauna Urbana de Cayambe), el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT 2020-2030) y literatura académica sobre el enfoque One Health y gestión e-Fauna.
- **Entrevista Semiestructurada:** Se aplicó al Director de Ambiente y a la Analista de Fauna del GADIP Cayambe. Previo a su ejecución, se obtuvo el consentimiento informado de los participantes, garantizando el uso académico de la información. El guion de la entrevista se estructuró en cuatro dimensiones: a) Estado actual de los procesos manuales y tiempos de respuesta, b) Limitaciones en la veracidad y centralización de datos, c) Requerimientos de salud pública y vigilancia de zoonosis, y d) Expectativas de impacto tras la digitalización.
- **Levantamiento de Requerimientos Técnicos:** Se utilizó un formato estándar de especificación de requisitos de software (SRS), validado directamente por la Jefatura de Desarrollo de Software. Este proceso permitió identificar las dimensiones de interoperabilidad con la API de TeleTrámites, seguridad de acceso (autenticación diferenciada) y escalabilidad del sistema mediante contenedores Docker.

45

La validez de estos instrumentos y la veracidad de los datos recabados se sustentan en las certificaciones de cumplimiento emitidas por las direcciones municipales involucradas (noviembre 2025 y enero 2026), las cuales confirman que los requerimientos levantados fueron satisfactoriamente traducidos en funcionalidades operativas.

Resultados

Diagnóstico situacional de la gestión de fauna urbana en Cayambe

A partir de la entrevista semiestructurada realizada a la Dirección de Ambiente y el análisis documental del PDOT (2020), se consolidó un diagnóstico que justifica la intervención tecnológica. Los resultados se agrupan en las siguientes dimensiones:

Ineficiencia en la gestión de datos (Resultados de Entrevista): Los expertos municipales confirmaron que el registro de mascotas se realizaba mediante formularios físicos y hojas de cálculo aisladas. Esta gestión manual generaba una tasa de error del 30% en la duplicidad de registros y una demora de hasta 15 días para consolidar reportes mensuales, lo que imposibilita una respuesta inmediata ante incidentes de mordeduras o brotes zoonóticos.

Vacíos en el Ordenamiento Territorial (Análisis del PDOT): La revisión documental reveló que, aunque el PDOT 2020-2030 establece metas de salud ambiental, el municipio carecía de una base de datos georreferenciada. Se identificó la existencia de "silos de información" entre la Dirección de Ambiente y el área de Tecnologías de Información, lo que impedía que los datos de fauna urbana fueran utilizados para la planificación de servicios públicos o campañas de esterilización focalizadas.

Brechas de Accesibilidad Ciudadana: El diagnóstico mostró que la ciudadanía percibía el registro de mascotas como un trámite burocrático lento. La falta de una billetera digital o un carnet verificable desmotivaba la tenencia responsable, ya que no existía un mecanismo rápido (como un código QR) para que los agentes municipales verificaran el estatus de vacunación o propiedad de un animal en la vía pública.

Requerimientos técnicos y funcionales identificados

Con base en el diagnóstico anterior, la Jefatura de Desarrollo de Software y la Dirección de Ambiente definieron los requerimientos críticos que la plataforma debía solventar:

Interoperabilidad: Integración obligatoria con la API de Tele-Trámites para unificar la identidad del ciudadano.

Georreferenciación: Capacidad de mapear la densidad poblacional canina y felina por sectores.

Automatización: Generación de un carnet digital con código QR único y verificable en tiempo real.

Analítica: Un módulo de reporte estadístico para la toma de decisiones basada en datos reales y no en estimaciones.

Históricamente, el GADIP Municipio de Cayambe ha gestionado el registro de mascotas a través de un módulo básico en su plataforma de Tele-Trámites. No obstante, este proceso operaba bajo un modelo burocrático tradicional, donde la recopilación de datos dependía de la carga manual de información por parte de los funcionarios y la entrega de documentos físicos. Este flujo de trabajo, además de ser propenso a errores humanos en el ingreso de datos, generaba un desfase temporal significativo entre la solicitud del ciudadano y la emisión del registro.

El resultado final de este proceso era un carnet físico (ver Figura 1) que, si bien cumplía una función de identificación nominal, carecía de mecanismos de validación dinámica. Al ser un formato estático, no permitía el acceso inmediato a la hoja de vida clínica del animal, el historial de vacunación o la verificación de propiedad en tiempo real mediante dispositivos móviles. Esta limitación técnica fue identificada por la Dirección de Ambiente como un obstáculo crítico para la vigilancia epidemiológica y el control de la sobrepoblación, ya que la información contenida en el carnet manual quedaba rápidamente desactualizada y aislada en archivos físicos o silos de datos locales.

Figura 1*Formato de carnet manual*

CONSTANCIA DE REGISTRO DE MASCOTAS.

Barrio/Comunidad _____ Clave Catastral _____

Dirección _____ Fecha: _____

El GADIP MUNICIPIO DE CAYAMBE a través de la Dirección de Ambiente damos constancia del registro de mascotas al Sr/Sra. _____ con N° de cédula _____

registrados por _____

N° de Perros _____ N° de Gatos _____

Firma del propietario

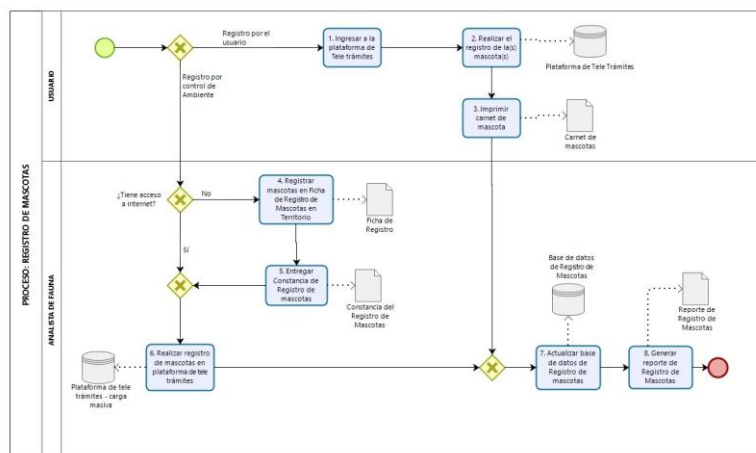
Firma del registrador

Nota. Se observa la ausencia de elementos de respuesta rápida (QR) y la dependencia de datos estáticos manuscritos o impresos sin vinculación a bases de datos en tiempo real. Autores, (2025)

Esta limitación técnica fue identificada por la Dirección de Ambiente como un obstáculo crítico para la vigilancia epidemiológica y el control de la sobrepoblación, ya que la información contenida en el carnet manual quedaba rápidamente desactualizada y aislada en archivos físicos.

Ante este escenario, el diseño de la nueva solución no solo se planteó como una mejora estética, sino como una reingeniería de los roles y permisos institucionales. Para garantizar la integridad de los datos y la eficiencia administrativa, se modeló un esquema de interacciones donde cada actor —ciudadanía, técnicos de ambiente y administradores de sistemas— tiene funciones específicas que eliminan la redundancia del trabajo manual.

En la Figura 2 se presenta el Diagrama de Casos de Uso que define este nuevo ecosistema digital, estableciendo la base funcional necesaria para la transición hacia una gobernanza proactiva basada en evidencia.

Figura 2*Diagrama de roles y funciones integradas.*

Nota. Autores, (2025)

Esta estructura lógica permite que, por ejemplo, mientras el ciudadano autogestiona su registro, el personal municipal se enfoque exclusivamente en la validación y el análisis de datos, optimizando así los recursos del GADIP Cayambe.

Solución Tecnológica

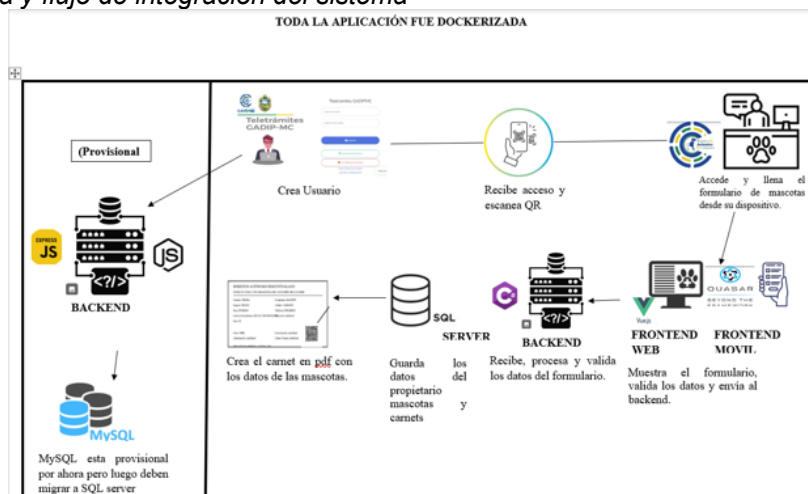
Como respuesta a las limitaciones del modelo tradicional, se desarrolló e implementó una solución tecnológica integral basada en una arquitectura moderna y escalable. La plataforma fue construida utilizando Quasar Framework y TypeScript para el frontend, asegurando una experiencia de usuario fluida tanto en entornos web como móviles, mientras que la persistencia y seguridad de los datos se gestionan mediante SQL Server.

A diferencia del sistema anterior, esta herramienta logra una interoperabilidad real mediante la integración de una API con la plataforma municipal de Tele-Trámites. Esto permite la autenticación diferenciada (ciudadanía y funcionarios), garantizando que el registro de mascotas esté vinculado directamente a la identidad digital del ciudadano. Además, el sistema fue diseñado con una lógica de resiliencia operativa: permite a los funcionarios realizar registros manuales en campo sin conectividad inmediata, sincronizando la información una vez que se restablece el acceso a la red, lo que asegura una cobertura total del territorio cantonal.

Este enfoque de interoperabilidad garantiza que la información sea consistente y esté protegida bajo los estándares de seguridad municipal. Para comprender la interacción entre estos componentes, la Figura 3 ilustra el esquema de arquitectura del sistema, detallando el flujo de datos desde el registro del ciudadano hasta su almacenamiento y procesamiento en los servidores locales.

Figura 3

Arquitectura y flujo de integración del sistema



Nota. Autores, (2025)

El avance más significativo y validado por la Dirección de Ambiente es la automatización de carnets digitales de identificación. A diferencia del formato manual estático, el nuevo sistema genera automáticamente un carnet en formato PDF que incluye un código QR único y verificable. Este código permite a los agentes municipales acceder en tiempo real a la información actualizada del animal (vacunas, estatus clínico y propiedad), transformando el carnet en una herramienta activa de vigilancia epidemiológica y salud pública.

Con esto se garantiza la estabilidad y facilidad de mantenimiento en los servidores del GADIP Cayambe, el sistema fue dockerizado y desplegado en la infraestructura municipal. Esta fase de implementación técnica fue certificada por la Jefatura de Desarrollo de Software (enero 2026), confirmando que el sistema está listo para la etapa de aseguramiento de calidad (QA) y posterior paso a producción.

Módulos Institucionales y Resultados de Validación

Desde el enfoque institucional, el sistema incorporó módulos exclusivos para el personal autorizado, permitiendo la migración de registros físicos históricos a la nueva base de datos digital. Este proceso, validado por la Dirección de Ambiente (2025), garantiza la consistencia de la información y evita la duplicidad, reduciendo los tiempos de consolidación de reportes de 15 días a una generación instantánea.

En cuanto al alcance de la implementación y validación técnica, el sistema ha sido sometido a pruebas de carga e interoperabilidad con la API de la plataforma de Tele-Trámites. Según la certificación de la Dirección de Ambiente (noviembre, 2025), el sistema se encuentra funcional para la gestión integral en todo el territorio cantonal. Durante la fase de validación de requerimientos y piloto técnico, se integraron los registros de los módulos de monitoreo y clasificación, permitiendo que la Jefatura de Desarrollo de Software confirmara la estabilidad de la comunicación entre los servidores municipales y la API desarrollada.

Si bien el sistema se encuentra en la etapa final de QA para su lanzamiento masivo a producción, la infraestructura ya soporta el catastro automatizado de las especies identificadas en el diagnóstico inicial. Esto permite generar visualizaciones y análisis de datos en tiempo real mediante herramientas gráficas que segmentan variables por sectores geográficos. Estas visualizaciones consolidan un ecosistema digital robusto, alineado con las políticas nacionales de gobierno electrónico y el enfoque de Smart Cities discutido previamente.

Discusión

El desarrollo de la plataforma para la automatización e integración digital del registro de fauna urbana en Cayambe marca una transición crítica desde un modelo burocrático manual hacia una gobernanza digital proactiva. Al contrastar los resultados con la literatura internacional, se observa que los beneficios de generar datos en tiempo real coinciden con lo propuesto por Dasari et al. (2024), quien sostiene que la integración de analítica y modelos impulsados por datos mejora la precisión del monitoreo urbano en un 20%. Mientras Dasari enfoca su modelo en sensores IoT para fauna silvestre, el caso de Cayambe demuestra que, en ciudades intermedias, la interoperabilidad vía API con sistemas de gobierno electrónico (Tele-Trámites) es la estrategia más viable para centralizar información y eliminar los silos de datos que tradicionalmente fragmentan la gestión municipal.

En el contexto regional, la experiencia de Farias et al. (2022) en Curitiba ilustra que las herramientas digitales no solo sistematizan datos, sino que alinean la conducta ciudadana con las expectativas de una Smart City. Sin embargo, la discusión sobre la eficacia de las políticas públicas de fauna urbana en Ecuador encuentra un punto de inflexión en el trabajo de Andrade et al. (2024), quienes identifican que la sobrepoblación y los riesgos sanitarios persisten debido a una brecha entre la legislación y su ejecución operativa. Los hallazgos en Cayambe corroboran esta premisa, demostrando que la gestión manual es el cuello de botella que impide el cumplimiento de los derechos de los animales domésticos. Al automatizar el catastro y generar carnets verificables, el sistema desarrollado reduce la desigual aplicación de normativas que mencionan Andrade y sus colaboradores, proporcionando al GADIP Cayambe una herramienta de control que antes era inexistente por falta de recursos técnicos.

Asimismo, la alineación con el enfoque 'One Health' (Una Sola Salud) es un punto de convergencia con estudios globales recientes. McInturff et al. (2025) y Manterola et al. (2024) subrayan que la salud humana y animal son interdependientes; en Cayambe, la automatización de carnets con código QR y el seguimiento de historias clínicas digitales representan la ejecución práctica de este paradigma, permitiendo una vigilancia epidemiológica que los registros manuales hacían inejecutable. La investigación confirma que la digitalización no es solo una mejora técnica, sino una necesidad administrativa para cumplir con el PDOT (2020-2030), transformando la administración reactiva en una gobernanza basada en evidencia, tal como sugiere Criado (2016) sobre la evolución del e-Government.

Limitaciones del estudio

A pesar de la validación técnica y operativa certificada por las autoridades municipales, el estudio presenta limitaciones importantes. En primer lugar, la investigación se centró en la fase de diseño, desarrollo y despliegue técnico, por lo que la efectividad del sistema en cuanto a la reducción real de la tasa de abandono o sobrepoblación animal solo podrá medirse tras un periodo de implementación prolongado (post-QA). En segundo lugar, el éxito de la plataforma depende de la brecha digital de la población; sectores rurales de Cayambe con baja conectividad podrían presentar dificultades para el registro autónomo, lo que obligará al municipio a mantener brigadas con el módulo offline desarrollado. Finalmente, la sostenibilidad del ecosistema digital requiere una actualización constante de los marcos normativos locales para asegurar que la identidad digital de la mascota tenga validez jurídica plena en todos los niveles de control municipal.

Conclusiones

La presente investigación permitió concluir que la transición de un modelo de gestión manual a un ecosistema digital en el GADIP Municipio de Cayambe no solo es técnicamente viable, sino administrativamente urgente. A diferencia de lo planteado en revisiones teóricas, el diagnóstico realizado mediante la consulta a expertos de la Dirección de Ambiente y la Jefatura de Software confirmó que el principal obstáculo no es la falta de tecnología, sino la fragmentación de los datos operativos. La implementación de la plataforma para la automatización e integración digital del registro de fauna urbana en Cayambe resolvió esta brecha al centralizar registros que antes tomaban hasta 15 días en consolidarse, permitiendo ahora una disponibilidad de información inmediata y georreferenciada para la toma de decisiones en salud pública.

En el contexto específico de Cayambe, se determinó que la interoperabilidad es el factor crítico de éxito. La integración exitosa mediante una API con la plataforma municipal TeleTrámites permitió unificar la identidad digital del ciudadano con el registro de sus mascotas, garantizando la trazabilidad y seguridad de la información. Este hito técnico, certificado por la Jefatura de Desarrollo de Software en enero de 2026, demuestra que el uso de arquitecturas contenerizadas (Docker) facilita el despliegue en infraestructuras gubernamentales existentes, superando los silos de información y optimizando los recursos técnicos del municipio.

La automatización de la identificación mediante carnets digitales con código QR representa una innovación directa en la aplicación de las políticas de protección animal y bioética discutidas por Andrade et al. (2024). Al proporcionar una herramienta de verificación en tiempo real para los agentes municipales, el sistema trasciende el registro pasivo para convertirse en un instrumento activo de vigilancia epidemiológica. Se concluye que esta solución tecnológica cumple con los requerimientos funcionales y ambientales del cantón, según lo avalado por la Dirección de Ambiente (noviembre, 2025), sentando las bases para una gobernanza ambiental basada en evidencia y alineada con los objetivos de desarrollo sostenible del PDOT local.

Finalmente, se establece que la sostenibilidad de este sistema a largo plazo dependerá de su institucionalización permanente. Aunque la herramienta está técnica y funcionalmente lista para producción tras superar la etapa de QA, su impacto real en la reducción de la sobrepoblación y el abandono animal estará condicionado a la capacitación continua de los funcionarios y a la reducción de la brecha digital en sectores rurales. Este proyecto de vinculación entre el Instituto Superior Tecnológico "Nelson Torres" y el GADIP Cayambe demuestra que la colaboración academia-gobierno es el motor más eficaz para la innovación pública y la resolución de problemas sociales complejos en ciudades intermedias.

Referencias

- Andrade, I., Colcha, M., Guaila, E. & Iglesias, J. (2024). Análisis de las políticas de protección de los derechos de caninos y felinos. *Verdad y Derecho. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 3(especial 4), Artículos de investigación.
<https://doi.org/10.62574/afhsky80>
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.
<https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Criado, J. (2016). Las administraciones públicas en la era del gobierno abierto. Gobernanza inteligente para un cambio de paradigma en la gestión pública. *Revista De Estudios Políticos*, (173), 245–275.
<https://doi.org/10.18042/cepc/rep.173.07>
- Dasari, K., Ali, M. A., N.B, S., Reddy, K. D., Bhavsingh, M., & Samunnisa, K. (2024). A Novel IoT-Driven Model for Real-Time Urban Wildlife Health and Safety Monitoring in Smart Cities. *2024 8th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, 122-129.
<https://doi.org/10.1109/I-SMAC61858.2024.10714601>

- Díaz, E. A., Sáenz, C., Vega, Y., Rubio, E., González, G., Zug, R., & Zapata-Ríos, G. (2023). Dog and cat-related attacks on wildlife in the Metropolitan District of Quito, Ecuador: An integrative approach to reduce the impact. *Ecosystems and People*, 19(1), 2191735. <https://doi.org/10.1080/26395916.2023.2191735>
- Farias, M. K., Stramantino, J., & Fischer, M. L. (2022). LOS ANIMALES COMO AGENDA PARA LAS CIUDADES INTELIGENTES: LA INTERACCIÓN DE LOS CURITIBANOS CON LA FAUNA SILVESTRE URBANA. *Revista Inclusiones*, 9(Especial), Article Especial. <https://doi.org/10.58210/fprc3390>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cayambe. (2020). *Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-del-Canton-Cayambe-PDOT-2020-2030*. <https://www.rpcayambe.gob.ec/site/wp-content/uploads/2023/04/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-del-Canton-Cayambe-PDOT-2020-2030.pdf>
- Lowry, H., Lill, A., & Wong, B. B. M. (2013). Behavioural responses of wildlife to urban environments. *Biological Reviews*, 88(3), 537-549. <https://doi.org/10.1111/brv.12012>
- Manterola, C., Rivadeneira, J., Leal, P., Rojas, C., & Altamirano, A. (2024). Una Sola Salud. Un Enfoque Multisectorial y Transdisciplinario. *International Journal of Morphology*, 42(3), 779-786. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022024000300779>
- McInturff, A., Volski, L., Callahan, M. M., Sneegas, G., & Pellow, D. N. (2025). Pathways between people, wildlife and environmental justice in cities. *People and Nature*, 7(3), 575-595. <https://doi.org/10.1002/pan3.10793>
- Ulloa, E. A. B., Molina, M. A. C., Guamán, L. M. H., & Chiluiza, F. A. M. (2020). Prototipo móvil para la geolocalización de mascotas callejeras. *REVISTA ODIGOS*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.35290/ro.v1n3.2020.372>