

## Aplicación de la ingeniería de sistemas en la búsqueda y adopción de mascotas: una revisión de literatura

### Application of systems engineering in the search and adoption of pets: a review of the literature

Angie Paola Arias Pareja <sup>1</sup>, Geraldine Camino Durango <sup>2</sup>, Miguel Ángel Flórez Peláez <sup>3</sup>

Tipo de Artículo: Revisión de literatura.

Recibido: 01/11/2023. Aprobado: 14/11/2024. Publicado: 00/00/0000

**Resumen:** La pérdida o el abandono de mascotas conmueve a la sociedad, generando impactos emocionales y de seguridad significativos. Este artículo aborda la relevancia de la ingeniería de sistemas en la protección de animales perdidos. Se exploran soluciones tecnológicas, como software, aplicaciones móviles, inteligencia artificial y hardware innovador, mientras se subraya la importancia de la colaboración social y el registro de información precisa. Además, se tratan problemáticas relacionadas con mascotas en situación de calle, como la propagación de enfermedades y la formación de jaurías. El artículo resalta la necesidad de enfoques éticos, como esterilización, vacunación y adopción, para abordar el problema. El artículo expone cómo la ingeniería de sistemas combinada con la conciencia social puede garantizar el bienestar animal y la salud emocional de las personas.

**Palabras clave:** Animales extraviados; refugios; inteligencia artificial; software; procesamiento de imágenes.

**Abstract.** *The loss or abandonment of pets deeply moves society, resulting in significant emotional and safety impacts. This article addresses the relevance of systems engineering in the protection of lost animals. Technological solutions are explored, including software, mobile applications, artificial intelligence, and innovative hardware, underscoring the importance of social collaboration and accurate data recording. Furthermore, issues related to street animals, such as the spread of diseases and the formation of packs, are discussed. The article emphasizes the necessity of ethical approaches, such as sterilization, vaccination, and adoption, to tackle the problem. The article shows how systems engineering combined with social awareness can the well-being of animals and the emotional health of individuals.*

**Keywords:** *Lost animal; shelter; artificial intelligence; software; image processing.*

---

<sup>1</sup> Autor correspondiente: Angie Paola Arias Pareja Mayor título: Bachiller académico. Filiación institucional: Universidad Católica Luis Amigó País: Colombia, Ciudad: Medellín. Correo electrónico: angie.ariaspa@amigo.edu.co ORCID:

<sup>2</sup> Autor correspondiente: Geraldine Camino Durango título: Técnico en electricidad industrial. Filiación institucional: Universidad Católica Luis Amigó País: Colombia, Ciudad: Medellín. Correo electrónico: geraldine.caminodu@amigo.edu.co ORCID:

<sup>3</sup> Autor correspondiente: Miguel Ángel Flórez Peláez Mayor título: Bachiller académico Filiación institucional: Universidad Católica Luis Amigó País: Colombia, Ciudad: Medellín. Correo electrónico: miguel.florezpe@amigo.edu.co ORCID:

## I. Introducción

La pérdida o el abandono de mascotas es una cuestión que despierta una gran sensibilidad tanto en las personas que la experimentan directamente como en aquellos que se preocupan por el bienestar de los animales. Este problema tiene un impacto significativo en varias áreas de la vida y de la sociedad en general. En primer lugar, afecta profundamente a la estabilidad emocional de las personas, debido a que la pérdida de una mascota querida o la angustia de ver a un animal abandonado pueden generar emociones intensas de tristeza y preocupación. Estas emociones pueden afectar la salud mental de las personas, causando ansiedad, depresión y, en algunos casos, traumas emocionales.

La seguridad de los animales abandonados en la calle es otra preocupación importante, ellos enfrentan peligros constantes, como accidentes de tráfico, enfermedades y maltrato. Debido a estas problemáticas del día a día nace la motivación de crear soluciones para aquellas personas que pasan por este mal momento y así mismo generar reflexión a la comunidad.

Por ello, es importante revisar la literatura científica para identificar resultados investigativos de cómo se aplica la ingeniería de sistemas en la ubicación y protección de mascotas perdidas, reconociendo qué desarrollos existen en la actualidad y cuáles son los problemas que se generan con las mascotas en situación de calle.

La elaboración de la revisión de la literatura se compone de varios pasos para encontrar artículos, revistas, tesis o instrumentos importantes que ayudan a una buena materialización de la idea de la investigación. El primer paso fue concretar el propósito el cual se centró en el control de mascotas perdidas convirtiéndose este tema en la fuente primaria del texto. La formulación de las preguntas de investigación partió de la identificación de aplicaciones existentes en la actualidad y de las áreas de la ingeniería de sistemas en las que se podría aplicar la idea. Para este propósito, se formularon criterios de inclusión y exclusión que permitieron definir las palabras clave necesarias para la búsqueda de información a través de las bases de datos académicas, tales como Scopus, Taylor and Francis, Web of Science y Science Direct. Estos criterios garantizaron que la selección de artículos relevantes se llevara a cabo de manera rigurosa y precisa.

La utilización de estos criterios de inclusión y exclusión permitió filtrar la información encontrada y aseguró que solo los estudios pertinentes y de calidad se utilizaran para responder a las preguntas problematizadoras. De esta manera, se encontraron hallazgos importantes y diferenciadores que contribuyeran al desarrollo de la investigación.

Desde la perspectiva de la ingeniería de sistemas, se han planteado soluciones innovadoras que abarcan diversas áreas tecnológicas, como el desarrollo de software y aplicaciones móviles, la implementación de la inteligencia artificial, el Machine Learning y la integración de hardware, como placas inteligentes y escaneo de códigos QR. No obstante, hay que contemplar que el éxito de estas soluciones se basa en las redes de apoyo, la colaboración de la sociedad y un registro cuidadoso de información, para identificar áreas de intervención y aplicar estrategias de mejora. Por otro lado, se destaca la necesidad de abordar las problemáticas asociadas a las mascotas en situación de calle, incluyendo la propagación de enfermedades zoonóticas y la formación de jaurías territoriales. La esterilización, vacunación y adopción se presentan como enfoques cruciales, resaltando la importancia de implementar medidas éticas y socialmente aceptables, evitando a toda medida decisiones drásticas que pueden afectar el estado emocional de trabajadores o personas que deben actuar debido a razones inadecuadas.

## II. Justificación

Realizar la revisión de literatura es necesaria para ampliar los temas de conocimiento sobre las problemáticas sociales, ambientales y emocionales que pueden traer las mascotas extraviadas, así como conocer las tecnologías que apoyan su búsqueda y posible adopción. Aprender qué áreas han abordado la misma idea y cómo se han aplicado en la solución de la problemática para saber qué investigaciones similares conllevan a tener la seguridad de que el tema de estudio tiene un respaldo. Por este motivo, se busca lograr ser un intermediario entre las mascotas en estado extraviado y personas que quieran apoyarlas.

El abandono o la pérdida de mascotas fomenta la sobrepoblación de animales callejeros convirtiéndose en un problema creciente [1], lo que directamente pone en riesgo la seguridad de estos animales y aumenta la posibilidad de que estén expuestos a enfermedades y peligros. Según un estudio realizado en Bogotá, con el fin de estimar la abundancia poblacional, se obtuvieron 66.467 perros deambulantes; con lo que respecta a la salud de algunos de estos, se observó un estado regular [2].

El incremento en la población de animales callejeros conlleva a una sobrepoblación, ya sea en las calles o en los refugios animales. Esta sobrepoblación limita recursos para atender a otros animales en situación de calle. Por lo tanto, muchas decisiones se basan en realizar la eutanasia para aquellos que no pueden ser adoptados, sin embargo, estas prácticas pueden generar efectos negativos en las personas que ejercen este trabajo [34]. Por este motivo se justifica la búsqueda de soluciones que salven vidas, generen segundas

oportunidades y promover conexiones entre la comunidad y los animales.

### III. Formulación de preguntas de investigación

1. ¿Qué aplicaciones existen en la actualidad para la ubicación o protección de mascotas perdidas?
2. ¿Cómo se ha utilizado la ingeniería de sistemas para la ubicación o protección de animales extraviados?
3. ¿Qué problemáticas sociales/ambientales/sanitarias/emocionales generan las mascotas en condición de calle?

### IV. Definición y conceptos básicos

**Análisis predictivo:** Es una técnica que se enfoca en analizar datos históricos y predecir o anticipar qué podría pasar en el futuro [3].

**Aprendizaje automático:** Es una rama de la inteligencia artificial que se enfoca en crear sistemas que aprenden adquiriendo conocimientos a partir de la información que absorben, más específicamente, datos [4].

**Cánidos:** Son un grupo de animales carnívoros con características y morfologías similares al animal central del artículo, el perro doméstico [5].

**Equinococosis quística:** Es una enfermedad parasitaria común en el ganado, causada por el cestodo *Echinococcus granulosus*; el perro es su principal hospedador definitivo [6].

**Helicobacter pylori:** es una bacteria que habita en el estómago y es una de las principales causantes de cáncer gástrico [7].

**Inteligencia artificial:** Es un área de la ciencia en la que se realizan sistemas que intentan realizar tareas y resolver problemas como lo hace un humano. Las IA son tecnologías que permiten a las computadoras realizar tareas avanzadas, como ver, comprender y traducir un lenguaje natural, escrito y analizar datos. Además, con su entrenamiento, generan recomendaciones [8].

**Chagas:** Enfermedad infecciosa causada por el parásito *Trypanosoma cruzi* que habita usualmente en heces [9].

**Parásitos zoonóticos:** es una enfermedad que tiene la capacidad de propagarse de animales a humanos,

- TITLE-ABS-KEY ( "Animals" AND "Adoption" ) AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR < 2023 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Animal" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Adoption" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Dog" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO (

pueden ser causadas estas infecciones por virus, bacterias, parásitos u hongos siendo estos bastante comunes [10].

**Problemas de salud pública:** es la responsabilidad que implica al Estado como a los ciudadanos de salvaguardar la salud, tanto individual como comunitario mediante el mejoramiento de las condiciones de bienestar y la calidad de vida [11].

**Redes neuronales:** es una técnica de inteligencia artificial que capacita a las computadoras a procesar información muy semejante a cómo trabaja el cerebro humano. Este aprendizaje se caracteriza por utilizar nodos o neuronas interconectadas que imitan la organización del cerebro humano [12].

**Regresión logística:** es un enfoque de análisis de datos que emplea principios matemáticos para encontrar relaciones entre dos variables, por lo general estas predicciones se traducen en resultados como afirmativo o negativo [13].

### V. Proceso de búsqueda de documentos

**Palabras de búsqueda:** para la RSL se tuvo en cuenta las siguientes palabras: artificial intelligence, software, stray animals, adoption, engineering, image processing, and developments.

#### Cadenas o ecuaciones de búsqueda:

- TITLE-ABS-KEY ("Adoption" AND "Animals" AND "Software") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT- TO (SRCTYPE, "j"))

- TITLE-ABS-KEY ("Stray animals" AND "Developments" AND "Applications") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT- TO (SRCTYPE, "j"))

EXACTSRCTITLE , "Journal Of Dairy Science" ) OR LIMIT-TO ( EXACTSRCTITLE , "Animals" ) )

- TITLE-ABS-KEY ("Pets" AND "Developments" AND "Engineering") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT- TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022)) AND (LIMIT-TO

(LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT- TO (SRCTYPE, "j"))

- TITLE-ABS-KEY ("face recognition" and "dogs") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English"))

- TITLE-ABS-KEY ("stray animals" and "problems") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English"))

## VI. Bases de datos empleadas

Las bases de datos empleadas en la investigación se componen de un selecto grupo de artículos, extraídos de Science Direct, Web of Science y Taylor and Francis, espacios que almacenan información de carácter científico e investigativo de todo el mundo, lo que permite tener un amplio espectro de puntos de vista sobre el tema tratado.

El período de búsqueda para la revisión de literatura se extendió en los últimos cinco años. Esta elección se realizó con el propósito de garantizar la exclusión de información obsoleta y asegurar la inclusión de los datos más actualizados en beneficio de la investigación.

## VII. Criterios

Los criterios de inclusión para buscar los artículos trataban sobre el desarrollo de software, específicamente los softwares publicados en tiendas como Google Play y App Store para controlar mascotas perdidas, es decir, un registro básico de información con la ubicación de la mascota.

Debido a que la investigación gira en torno a mascotas extraviadas, en este caso domésticas, la metodología empleada para incluir los estudios científicos se enfoca en cómo la ingeniería de sistemas ha ayudado a esta causa, por lo tanto, las temáticas deben incluir desarrollos utilizando la inteligencia artificial, el análisis de datos, machine learning, entre otros.

Como último criterio de inclusión los estudios expusieron muy específicamente problemáticas que, generan al entorno, estos animales en situación de calle. Efectos como problemas sanitarios, problemas emocionales, problemas psicológicos y problemas sociales frente a la comunidad.

Los criterios de exclusión se dividieron en tres ítems. El primero trata de desarrollos de aplicaciones o de

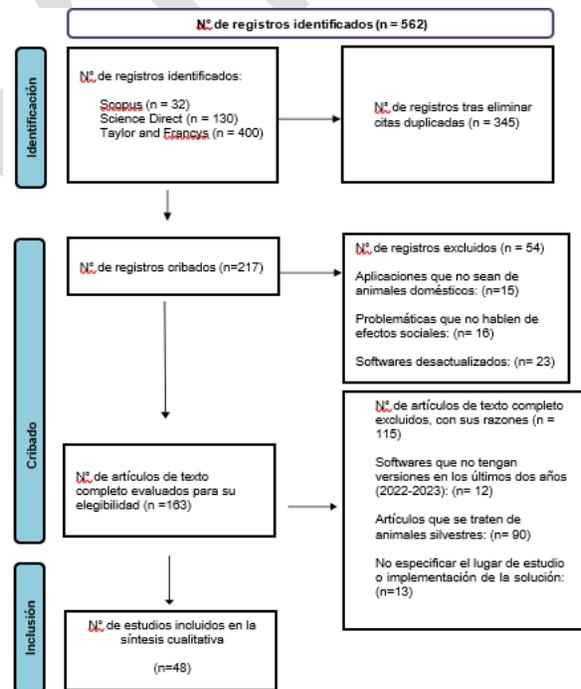
cómo se han utilizado las tecnologías para el rescate de animales domésticos extraviados. Los estudios no abordaron animales domesticados o usados como mascotas, por lo que no se incluyeron animales salvajes.

El segundo criterio excluyó problemáticas que no abordan específicamente los temas de sanidad, emociones o enfermedades que les generan a los animales domésticos el estar en situación de calle, es decir, estas causas de abandono, pérdida o desorientación qué efectos traen consigo en los animales domésticos y sociedad.

El tercer criterio consideró la exclusión de softwares que no hayan recibido actualizaciones o mejoras en dos años, para evitar aplicativos inactivos o evitar que quede obsoleto por falta de desarrollo y mantenimiento.

## VIII. Flujograma prisma

Figura 1. Flujograma Prisma



Nota: fuente elaboración propia.

## IX. Discusión

### ¿Qué aplicaciones existen en la actualidad para la ubicación o protección de mascotas perdidas?

En la actualidad existen numerosos aplicativos en pro de la búsqueda y adopción de mascotas. Gracias a la tecnología esta problemática se ha visto abordada desde diferentes perspectivas y conocimientos. En este contexto, la compañía Nestlé, desarrolló e innovó una

aplicación llamada PetFinder, diseñada para facilitar la adopción de nuevos amigos peludos. PetFinder se crea como un hogar virtual para miles de organizaciones dedicadas al bienestar de los animales, que trabajan para proteger sus derechos y garantizar su seguridad. Además, esta aplicación contribuye a esta noble causa al establecer conexiones entre refugios, grupos de rescate y hogares temporales para mascotas [14].

Como se mencionó anteriormente, los programadores han ideado nuevas soluciones innovadoras para abordar esta problemática, dando lugar a la creación de placas inteligentes destinadas a recopilar información relevante sobre las mascotas. Estas placas contienen datos principales como la foto de la mascota, número de contacto, información del propietario, estado de salud y más. La incorporación de estas placas ha resultado en la creación de una aplicación móvil que mejora significativamente la interacción con el usuario final, como lo es Pet Find, permitiendo escanear el microchip de la mascota de manera más cómoda y eficiente [15].

A pesar de que estas aplicaciones representan una mejora significativa en la calidad de vida de las mascotas y sus dueños, es importante enfatizar que su éxito depende en gran medida de la interacción con el usuario final. La inclusión de características como chats, blogs y redes de apoyo, como lo ofrecen PawBoost [16] y Petsi Global [17], aborda esta necesidad al crear una red de apoyo y voluntarios. La posibilidad de publicar información sobre mascotas perdidas y encontradas aumenta considerablemente las probabilidades de reunir las con sus dueños. Además, la integración de redes sociales agrega visibilidad y alcance a estas publicaciones.

Otra alternativa efectiva, como se evidencia en Petsi Global es el etiquetado de mascotas con un QR para su identificación mediante reconocimiento facial. Esta doble protección se ha demostrado eficaz y precisa. El uso de microchips para mascotas, la incorporación de tecnología GPS y otras alternativas contribuyen a optimizar y acelerar la búsqueda de mascotas perdidas.

Ahora bien, la pérdida de una mascota querida puede sumergir a la familia en un profundo sentimiento de tristeza, dolor y sufrimiento. Por eso, la necesidad de encontrar a la mascota extraviada es tan indispensable. Además, preocupa el bienestar del animal, debido a que este enfrenta múltiples desafíos en las calles, como el tráfico, el riesgo de encuentros con personas malintencionadas o incluso el peligro de perder la vida. En este contexto, aplicaciones como Taponto se convierten en un valioso recurso, permitiendo a las familias y comunidades establecer una red de apoyo eficaz para localizar rápidamente el hogar de la mascota perdida o encontrarle una nueva familia. Esta aplicación se organiza en tres secciones clave: adopción, mascotas desaparecidas y mascotas encontradas. Además, ofrece funciones como mensajería para

facilitar el contacto sin necesidad de compartir números de teléfono, biografías detalladas de cada mascota, un buscador avanzado con filtros útiles, notificaciones en tiempo real y, lo mejor de todo, es completamente gratuita para la comunidad [18].

Según Chervyakov [19] es importante no descartar la idea de crear anuncios en papel como parte de la estrategia para buscar mascotas. Esto implica considerar la utilidad de los anuncios impresos incluso después de haber publicado información en la aplicación. Esta combinación de enfoques proporciona un conjunto más amplio de herramientas para localizar a la mascota perdida. Además, el aprovechamiento de plataformas como Instagram, Facebook, X y otras redes sociales amplía aún más las posibilidades en la búsqueda.

Desarrollar aplicaciones que vayan más allá y despierten el interés del usuario es de suma importancia. Emplear estrategias que atraigan la atención y generen confianza, como contar con un experto disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana, es lo que ofrece Findster, que permite el rastreo a través de GPS sin requerir tarifas mensuales sino un único pago y ofrecen acceso directo a un veterinario. Esto resulta altamente atractivo y aumenta la usabilidad por parte de las familias que cuidan de una mascota. Esta aplicación permite monitorear la ubicación del animal directamente desde un dispositivo móvil, y la posibilidad de crear áreas seguras alrededor de su ubicación, lo que brinda un nivel adicional de seguridad. Además, su amplia cobertura garantiza la protección de la mascota en diversas situaciones [20].

Sin embargo, uno de los desafíos identificados en aplicaciones como esta es su modelo de pago. Esto puede ser un obstáculo para las familias con recursos económicos limitados, ya que no todos pueden permitirse el lujo de adquirir el producto y utilizarlo para rastrear a sus mascotas.

Establecer el rango y un alcance dentro de una aplicación se presenta como una solución altamente efectiva. Esto se debe a que establecer un espacio seguro dentro de la amplia ubicación de las personas aumenta tanto la búsqueda como las oportunidades de interactuar con más mascotas perdidas. Es importante destacar que las aplicaciones no están diseñadas únicamente para los dueños de mascotas, sino que también tienen como objetivo atraer a personas que sienten afinidad por los animales o que tienen un interés genuino en ellos. Esto refleja la misión principal de la aplicación Encuentra Mascotas Perdidas [21].

El funcionamiento principal de esta app se activa cuando un perro o gato se extravía o se encuentra. En tales casos, la aplicación envía alertas a todas las personas cercanas a la ubicación de la mascota perdida, lo que facilita enormemente la búsqueda y la comunicación en caso de que se haya encontrado [22]. Este enfoque colaborativo y de comunidad se convierte

en un valioso recurso para ayudar a reunir a las mascotas con sus dueños y, al mismo tiempo, fomenta la interacción y el apoyo entre amantes de los animales.

En síntesis, en el ámbito de las aplicaciones web y móviles, existe una amplia variedad de soluciones disponibles para la ubicación y protección de mascotas perdidas. Estas aplicaciones comparten una preocupación fundamental por el bienestar de las mascotas y sus familias, promoviendo la colaboración y la formación de redes de apoyo comunitarias que generan empatía. Además, la integración estratégica de las redes sociales desempeña un papel esencial en el logro del objetivo principal, que es garantizar el bienestar de estos animales.

Por último, es importante destacar que los desarrolladores no se limitan únicamente al software o la aplicación, sino que también incorporan recursos de hardware, como placas inteligentes, chips y códigos QR en los collares de las mascotas, proporcionando una mayor seguridad y ampliando el rango de búsqueda. Luego de un análisis exhaustivo en bases de datos y tiendas virtuales se encontró una gran variedad de aplicaciones, sin embargo, muchas de estas no tienen un factor diferencial que las haga sobresalir entre tantas. Es por esto por lo que implementar ideas innovadoras y pensar en los nuevos retos del día a día, permite abordar este proyecto y generar un valor diferencial que ayude a toda la población.

### **¿Cómo se ha utilizado la ingeniería de sistemas para la ubicación o protección de animales extraviados o refugios?**

Las redes neuronales profundas son caracterizadas por tener múltiples capas de neuronas en su estructura [23]. Su objetivo se basa en entrenar y preparar datos con algoritmos para mejorar futuras predicciones. La implementación de un programa de esterilización y retorno ha sido una solución para disminuir la población de animales callejeros. Cada vez que un gato o perro asiste a una clínica veterinaria para ser esterilizado es necesario tomar fotografías que incluyan varias partes de su cuerpo como prueba de cada cirugía. Se encontró que el uso del aprendizaje profundo [24], no se ha aplicado en la esterilización de mascotas, sin embargo, con la combinación de algoritmos de aprendizaje profundo basado en Yolo junto al método de votación mayoritaria suponen resultados prometedores en relación con el reconocimiento de imágenes relacionadas de esterilización, cumpliendo con el objetivo de automatizar la clasificación de imágenes de esterilización de perros y gatos tanto machos como hembras.

Siguiendo con la línea de aprendizaje automático, [24] se planteó la cuestión de si es posible, a través de los datos, predecir el tiempo de adopción de las mascotas antes de ser sacrificadas debido a su lenta

adopción en un refugio. El estudio propuesto desarrollado en el entorno de Big Data tiene el uso de técnicas como lo son: minería de texto y redes neuronales para predecir la velocidad de adopción de mascotas y mecanismos de aprendizaje automático como son los árboles de decisión, regresiones y bosques aleatorios. Utilizaron la metodología de adquirir los datos, procesarlos y modelarlos dedicando una gran cantidad de tiempo a la etapa de preparación. Por último, realizaron sus análisis avanzados a través del software MinerTM como herramienta poderosa en este campo [24].

En estos programas de análisis predictivo se toma como objetivo un índice de resultado denominado RTO por sus siglas en inglés, (Devolución al Propietario). Esta tasa se refiere a la proporción de animales callejeros que son devueltos a sus dueños por agentes de campo o después de una estancia en el refugio. Con el objetivo de que más número de refugios puedan examinar sus datos, se desarrolló una plataforma web interactiva denominada como Shelter Dashboard para visualizar los resultados del análisis de cada refugio. La herramienta fue diseñada para admitir la importación de un archivo CSV que cualquier asilo puede exportar a partir de la recolección de su información [23]. Para cada perro se consideró importante las siguientes características: fecha de admisión, longitud de estadía, modalidad de admisión, subtipo de admisión, condición al momento de la admisión, raza, edad, posesión de un microchip y dirección y código postal donde fueron admitidos.

En un estudio de Machine Learning realizado por Bradley y Rajendran [25] se investigó la duración de la estancia de las mascotas en los refugios, se identificaron las variables significativas para la velocidad de adopción de los animales y se exploraron posibles formas de mejorar las tasas de adopción de mascotas. Durante este estudio, se emplearon diversos algoritmos de Machine Learning para predecir los tiempos de permanencia en los refugios, teniendo en cuenta factores como la raza, el tamaño y el color de los animales. Según los resultados obtenidos, se concluyó que el modelo predictivo más eficiente fue el de impulso de gradiente, seguido del bosque aleatorio y, finalmente, el de regresión logística. Estos resultados se evaluaron utilizando métricas de precisión, recall y puntuación F1 [25].

Como técnica del aprendizaje automático, la regresión logística se basa en el uso de una función para un análisis estadístico en la producción de variables categóricas. Los autores [26], utilizaron este análisis para determinar si existía asociación entre la identificación de las emociones de los rostros de 3 razas de perros por varios humanos y las respuestas correctas. Los participantes debían identificar emociones como lo era feliz, triste, enojado y miedo, asociándose a situaciones cotidianas que viven los animales.

Según Jeyaraj y Aponso [27], se han realizado análisis estadísticos sobre qué características tienen las imágenes de mascotas que influyen en la velocidad de adopción en línea, pero no existen enfoques automatizados para una mejor orientación. Por lo tanto, plantearon desarrollar una aplicación que pueda predecir la velocidad de adopción a partir de una imagen de una mascota, abarcando varios métodos de clasificación de imágenes. De acuerdo con las diversas técnicas de clasificación que hay SVM, KNN, Random forest, DNN Y CNN [27], se concluye que la combinación de CNN con aprendizaje por transferencia es la elección más apropiada para el desarrollo.

Los estudios de alternativas para la protección y conservación de animales callejeros se basan en modelos tecnológicamente aptos; uno de esos modelos es un sistema de redes neuronales incorporando el aprendizaje automático, aprendizaje profundo y visión por computadora; un algoritmo diseñado para operar en línea y detectar en tiempo real animales callejeros para evitar accidentes y salvar vidas. Los datos de entrada para empezar a ser procesados se caracterizan por ser en forma de matriz de píxeles para identificar el objeto [28].

Desde otra perspectiva, Turken et al. [29] describieron un modelo de colas elaborado con métricas de impacto hacia refugios de animales. Examinaron el modelo básico para 2 tipos de refugios: de adopción garantizada (libres de eutanasia) y tradicionales para generar políticas que mejoren la permanencia y rendimiento de los mismos. El modelo de cola de pérdida representa el análisis de la tasa de llegada de elementos, la capacidad, procesamiento y probabilidad de que sea rechazado o eliminado.

Más específicamente después de que un animal estuvo mucho tiempo en el refugio, existe una probabilidad  $p$  de sacrificarse, mientras que existe una probabilidad de  $1-p$  que se le permita permanecer en el asilo. Los resultados contrastan métricas de impacto ofreciendo recomendaciones a los tipos de refugio para identificar superioridades [29].

Otra tecnología utilizada para el control de animales es la implantación de microchips y esterilización en animales domésticos [30], esto reduce las tasas de abandono y previene la reproducción continua. El uso de esta tecnología proporciona la identificación de animales encontrados en la calle, incrementando la probabilidad de reunirlos con su propietario.

De igual forma, crearon una aplicación con el propósito de agrupar varias funcionalidades para ayudar a los animales extraviados, con un impacto significativo en la reducción de esta población y facilite la localización de sus mascotas, además de que la plataforma actúa como voluntariado para aquellas personas que quieran colaborar en la localización de mascotas perdidas a partir de la comunicación y

colaboración que ofrece la aplicación a la comunidad [31].

Tras condensar la información para precisar qué desarrollos se han generado mediante la ingeniería de sistemas, se encuentran tendencias en el aprendizaje automático y profundo, enfocadas en cómo ayudar a los refugios de animales callejeros a pronosticar cuánto permanecerán estas mascotas en cada asilo y generar nuevas recomendaciones, perspectivas y estrategias.

Luego de consultar estudios científicos se han visto vacíos en cuánto a la documentación de aplicativos webs dirigidos a la protección de animales callejeros. En cuanto a desarrollos encontramos varios con el mismo objetivo de ubicar a estos animales callejeros los cuales están descritos en la pregunta anterior. Por lo tanto, al encontrar vacíos o poca información respecto a procesamiento de imágenes es una buena opción para investigar más a fondo.

### **¿Qué problemáticas sociales/ambientales/sanitarias/emocionales generan las mascotas en condición de calle?**

Las mascotas en situación de calle tienen como problemática sanitaria principal su portabilidad de parásitos zoonóticos; dichos parásitos son propios de los animales cánidos. Sin embargo, su evolución les ha permitido habitar diferentes sistemas orgánicos como perros o gatos. es aquí donde la problemática de animales domésticos en situación de calle se convierte en una problemática para el ser humano también, ya que estos parásitos pueden llegar a causar problemas de salud en humanos con enfermedades como Chagas, equinococosis quística [32], y la bacteria helicobacter pylori, la cual comprobó su presencia en un gran grupo de caninos de diferentes refugios en Estados Unidos. Esta bacteria es la principal causa de gastritis y cáncer de estómago en los humanos [33]. Las formas en que se pueden transmitir estas enfermedades son por medio de vómitos o heces y artrópodos hematófagos tales como las garrapatas, mosquitos y pulgas [34].

Hablando acerca de las causas del crecimiento constante de mascotas en situación de calle, el tema inicia desde el abandono por parte de los propietarios, ya sea por el comportamiento de las mismas, la migración familiar o problemas económicos que impiden a los propietarios sostener una mascota. Luego del abandono las mascotas perdidas se pueden encontrar con otras mascotas perdidas y generar una reproducción incontrolada entre su especie lo que provoca la generación de nuevos animales en situación de calle y crecimiento en la problemática que generan los mismos como accidentes de tráfico, desorden de basuras por hurgar de los mismas y esparcimiento de enfermedades [35].

Estos animales, tras pasar de una situación doméstica a una en la que se ven constantemente

afectados por su entorno, forman vínculos entre su propia especie y, por ende, se vuelven más territoriales generando así un problema social muy común como las mordeduras o los ataques de los animales en situación de calle a las personas; esto porque los comportamientos de supervivencia crecen según se vive en situaciones no domésticas, donde no se pueden educar con respecto a los comportamientos que deben tener frente a las otras especies [36].

Es bueno saber, que las mascotas se han convertido en apoyo social y emocional de los seres humanos. Perros y los gatos, entre otros animales domésticos, han creado un vínculo con las personas ayudando en su salud mental.

Al menos hablando de la cultura occidental, estos vínculos han apoyado a las personas emocionalmente, porque las mascotas se ven como catalizadoras sociales que ayudan a formar relaciones entre humanos produciendo efectos positivos en las personas de todas las edades [37]. Esto también trae una problemática cultural al ver la forma en que se tratan estas mismas mascotas en otras partes del mundo como Asia, específicamente en China, donde surgieron diferentes controversias con respecto al maltrato de los animales callejeros que comenzaron a ser vistos como una plaga, debido a que culturalmente y legislativamente no existía una regulación de estos animales hasta el año 2017 que se hizo una revisión de las leyes prohibiendo la venta y crianza descontrolada de los mismos, evitando así la sobrepoblación de mascotas en situación de calle y maltrato hacia estos [38].

Existen varios métodos de control de estos animales en situación de calle, con el fin de evitar que se reproduzcan sin control y crezca el índice de accidentes viales, reproducción de bacterias y enfermedades entre ellos y posteriormente contagio en los humanos. Estos métodos incluyen anticonceptivos, castración, envenenamiento y eutanasia; métodos con diferentes impactos económicos, sociales y éticos que son cada vez más regulados por los diferentes gobiernos [39]. Un ejemplo de estos métodos de control socialmente aceptados por la gran parte de la población mundial puede ser la que se adoptó en el Estado de Goa, India, la cual para evitar la propagación de bacterias y enfermedades y la reproducción descontrolada de animales en situación de calle se hicieron varias campañas con el fin de esterilizar y vacunar varios de estos animales [40].

Los animales en situación de calle carecen de posibilidades para ser adoptados ya que por sus comportamientos y adaptación al entorno hostil al que se está acostumbrado en la calle hacen que se creen temores y en la mayoría de las ocasiones agresividad hacia las otras especies, esto genera cierta desconfianza en las personas con posibilidades de adopción. De esa situación surgió la idea de rehabilitar dichos animales, y darles una segunda oportunidad,

teniendo una clase de formación o educación, para generar más confianza hacia los humanos y dando pie a una gran solución de esta problemática [41].

Los animales en situación de calle plantean diversas problemáticas de índole social, psicológica, económica y medioambiental. Estas incluyen la propagación de enfermedades tanto entre animales como hacia seres humanos, la generación de temor en áreas donde se forman grupos de animales territoriales y el potencial riesgo de causar daños físicos a la población. Hasta el momento, las estrategias para abordar estas problemáticas han involucrado la esterilización, la vacunación, la adopción responsable y, en ocasiones, la eutanasia, cuando la situación del animal es irreparable.

Sin embargo, la efectividad de estas medidas se ve limitada por la falta de apoyo gubernamental para financiar organizaciones dedicadas a abordar estas cuestiones de manera ética y socialmente aceptable. Además, la capacidad de las personas para ser conscientes y responsables al adoptar mascotas, así como recibir la debida asesoría, desempeña un papel crucial en la resolución de este problema. Mientras no se logre una solución real y sostenible que beneficie a todas las especies involucradas, esta situación persistirá en el tiempo.

## X. Conclusiones

Es evidente que las aplicaciones actuales para la ubicación y protección de mascotas perdidas ofrecen una variedad de soluciones tecnológicas que abordan la problemática de manera óptima y eficiente. Estas aplicaciones van desde la facilitación de la adopción de mascotas hasta la localización de animales extraviados, utilizando tecnologías como GPS, códigos QR, inteligencia artificial, reconocimiento facial y placas inteligentes. También promueven la interacción entre la comunidad de amantes de los animales a través de chats, blogs y redes de apoyo. Sin embargo, existe una diversidad de aplicaciones en este campo, y muchas de ellas enfrentan desafíos en términos de modelo de pago, lo que puede limitar su accesibilidad para algunas familias. Además, el éxito de estas aplicaciones depende en gran medida de la participación y la colaboración de la comunidad.

Reconociendo que existen variedad de aplicaciones móviles en el mercado ha sido complejo encontrar desarrollos orientados a la web que abarquen la localización de animales extraviados. Se puede identificar que hay una relación respecto a las tecnologías que se aplican en este campo el cual todos conducen a la seguridad y protección de estos animales en situación de calle. El crecimiento de software va encaminado a la adaptación de machine learning,

inteligencia artificial, redes neuronales, clasificación de imágenes, entre otros.

Finalmente, las mascotas en situación de calle crean problemas sanitarios al transmitir parásitos zoonóticos, por otro lado, estos pueden ser agresivos y causar lesiones a las personas, lo que aumenta los problemas sociales y ambientales. Además, tienen un impacto emocional en las personas. Para abordar estas cuestiones, se han aplicado medidas como la esterilización, la vacunación, la adopción y la eutanasia, pero se requiere un enfoque integral con concienciación, educación, apoyo gubernamental y participación comunitaria para resolver completamente el problema.

## XI. Referencias

- [1] C. Medina, La ética de la responsabilidad y el respeto a las mascotas como formas de vida, como solución al maltrato y abandono de las mismas, [tesis de Maestría], Universidad El Bosque, Bogotá, 2011.
- [2] M. Vargas, T. Jiménez, R. Álvaro, J. Moreno, D. Herrera, and J. Rubio, Estimativo de la abundancia y densidad poblacional de perros deambulantes en la ciudad de Bogotá D.C., Bogotá, 2022.
- [3] C. Espino, Análisis predictivo: técnicas y modelos utilizados y aplicaciones del mismo - herramientas Open Source que permiten su uso, [tesis de grado], Universitat Oberta de Catalunya, 2017.
- [4] F. Quiroga y L. C. Lanzarini, "Aprendizaje automático. aplicaciones en reconocimiento de gestos, acciones y señas", *InvJov*, vol. 6, n.º Especial, p. 174, abr. 2019.
- [5] K. Tołkacz et al., "The first report on Hepatozoon canis in dogs and wolves in Poland: clinical and epidemiological features", *Parasit Vectors*, vol. 16, n° 1, p. 313, 2023, doi: 10.1186/s13071-023-05928-5.
- [6] B. Salazar-Mesones, M. Luna-Vílchez, J. Maquera-Afaray, C. Chiara-Chilet, D. Portillo-Álvarez, and J. W. López Revilla, "Clinical and epidemiological characteristics of cystic echinococcosis in children from a Tertiary Center in Peru". *Rev. Perú Med. Exp. Salud Pública*, vol. 39, n° 1, pp. 65–69, 2022, doi: 10.17843/rpmpesp.2022.391.9830.
- [7] S. Nie, T. Chen, X. Yang, P. Huai, and M. Lu, "Association of Helicobacter pylori infection with esophageal adenocarcinoma and squamous cell carcinoma: a meta-analysis", *Dis. Esophagus*, vol. 27, n° 7, pp. 645–653, Sep. 2014.
- [8] J. Ponce et al., "Inteligencia Artificial", 1 ed., Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos, 2014. doi: 10.13140/2.1.3720.0960.
- [9] R. Dai, J. Zhang, H. Zhang, N. Zhao, F. Song, and J. Fan, "Effect of acupuncture and auricular acupressure on smoking cessation", *Medicine (Baltimore)*, vol. 99, n° 22, p. e20295, May 2020.
- [10] L. Vélez-Hernández, K. L. Reyes-Barrera, D. Rojas-Almaráz, M. A. Calderón-Oropeza, J. K. Cruz-Vázquez, and J. L. Arcos-García, "Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido, Oaxaca", 2014.
- [11] P. Suárez, "¿Qué es un problema de salud pública?", Universidad de Antioquia, 2013.
- [12] R. M. Suárez Castro and I. D. Ladino Vega, "Redes neuronales aplicadas al control estadístico de procesos con cartas de control EWMA", *Tecnura*, vol. 27, n° 75, pp. 72–88, Jan. 2023, doi: 10.14483/22487638.18623.
- [13] M. Poveda, D. I. Alejandro, V. Núñez, E. I. Roberto, T. Castro, and Y. Tobar, "Logistic regression based on gender for the registration of bachelor's degrees at Universidad Técnica Ambato", *Uniandes Episteme Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Vol. 7, N° 3, p. 321-335, 2020.
- [14] Nestlé, "Petfinder - Adopt a Pet." Feb. 22, 2013.
- [15] Pet Find, "Pet Find". Oct. 04, 2022.
- [16] I. FindFido, "PawBoost". Nov. 17, 2016.
- [17] Petsi Global, "Petsi Pet Finder & Protection". Dec. 20, 2019.
- [18] G. Fajardo, "Taponto". Mar. 27, 2021.
- [19] A. Chervyakov, "LostPets". Feb. 2016.
- [20] Findster Technologies, "Findster". Dic. 26, 2016.
- [21] A. Revinade, "MissingPets". Oct. 04, 2019.
- [22] P. Asselbergh, "PetLife". Sep. 28, 2019.
- [23] W. Diao, Y. Wang, J. Zhang, H. Shao, Y. Huang, and M. Jin, "Identification and comparison of novel circular RNAs with associated co-expression and competing endogenous RNA networks in postmenopausal osteoporosis", *J. Orthop. Surg. Res.*, vol. 16, n° 1, p. 459, 2021, doi: 10.1186/s13018-021-02604-1.
- [24] A. K. Sahu, S. Sharma, and R. Raja, "Deep Learning-based Continuous Authentication for an IoT-enabled healthcare service", *Computers and Electrical Engineering*, vol. 99, p. 107817, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107817>.
- [25] J. Bradley and S. Rajendran, "Increasing adoption rates at animal shelters: a two-phase approach to predict length of stay and optimal shelter allocation", *BMC Vet. Res.*, vol. 17, n° 1, p. 70, 2021, doi: 10.1186/s12917-020-02728-2.

- [26] T. Bloom, M. Trevathan-Minnis, N. Atlas, D. A. MacDonald, and H. L. Friedman, "Identifying facial expressions in dogs: A replication and extension study", *Behavioural Processes*, vol. 186, pp. 104371, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104371>.
- [27] P. Jeyaraj and A. Aponso, A Review of Techniques for Image Classification to Enhance Online Animal Adoption Speed. 2020. doi: 10.1145/3384613.3384656.
- [28] S. Sengan et al., "Real-time automatic investigation of Indian roadway animals by 3D reconstruction detection using deep learning for R-3D-YOLOv3 image classification and filtering", *Electronics (Basel)*, vol. 10, n° 24, p. 3079, 2021, doi: 10.3390/electronics10243079.
- [29] N. Turken, J. E. Carrillo, and A. Paul, "The impacts of mergers, capacity expansion and adoptions on animal shelter performance: A queuing analysis", *Eur J Oper Res*, vol. 292, n° 1, pp. 299–310, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.10.022>.
- [30] S. D. Cardoso, C. B. Faraco, G. D. G. Pereira, and H. Eckman, "A survey of acquisition and animal-related factors leading to microchipping and neutering of dogs and cats in Portugal", *Journal of Veterinary Behavior*, vol. 64–65, pp. 9–15, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2023.06.005>.
- [31] I. Kolandaisamy, A. Ramachandran, and M. Sundar Rajathi and Kumar, "The impact of e-wallets for current generation", *Journal of Internet Banking and Commerce*, vol. 21, n° 1, pp. 1–12, 2016.
- [32] D. Otranto, F. Dantas-Torres, R. J. Mihalca Andrei Dan and Traub, M. R. Lappin, and G. Baneth, "Zoonotic parasites of sheltered and stray dogs in the era of the global economic and political crisis", *Trends Parasitol*, vol. 33, n° 10, pp. 813–825, 2017.
- [33] D. Bradley and K. Rajendran, "Prevalence, diversity and public health implications of *Helicobacter* species in pet and stray dogs", *Animal Welfare*, vol. 30, n° 2, pp. 171–180, 2023.
- [34] I. Manev, "Serological survey of vector-borne pathogens in stray dogs from Sofia area, Bulgaria", *Vet Parasitol Reg Stud Reports*, vol. 21, p. 100441, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100441>.
- [35] V. Sharma, R. Sharma, R. S. Aulakh, and B. B. Singh, "Prevalence of *Brucella* species in stray cattle, dogs and cats: A systematic review", *Prev Vet Med*, vol. 219, p. 106017, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.106017>.
- [36] L. Reese and J. Vertalka, "Understanding Dog Bites: The Important Role of Human Behavior", *Journal of Applied Animal Welfare Science*, vol. 24, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1080/10888705.2020.1790371.
- [37] R. Delgado-Rodríguez, R. Carriquí Madroñal, C. Vázquez Villalba, R. Martos-Montes, and D. Ordoñez-Pérez, "The role of dogs in modulating human affective reactivity and sense of safety in emotional urban public spaces", *Journal of Veterinary Behavior*, vol. 55–56, pp. 12–22, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2022.07.005>.
- [38] T. W. Whyke and J. López-Múgica, "Content and discourse analysis of cruelty towards stray dogs as presented in Chinese social media", *Soc. Anim.*, vol. 31, n° 2, pp. 139–158, Jun. 2020.
- [39] A. Abdulkarim, M. Khan, and E. Aklilu, "Stray Animal Population Control: Methods, Public Health Concern, Ethics, and Animal Welfare Issues", *World's Veterinary Journal*, vol. 11, pp. 319–326, Sep. 2021, doi: 10.54203/scil.2021.vwj44.
- [40] H. R. Fielding et al., "Capturing free-roaming dogs for sterilisation: A multi-site study in Goa, India", *Prev Vet Med*, vol. 218, p. 105996, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105996>.
- [41] M. Casaca, G. M. Morello, T. Magalhães, I. A. S. Olsson, and A. C. Vieira de Castro, "Is there hope beyond fear? Effects of social rehabilitation on unsocialised stray dogs", *Appl Anim Behav Sci*, vol. 253, p. 105671, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105671>.