



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA COMPUTACIÓN

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**APLICATIVO WEB Y MÓVIL PARA DETECTAR FRACTURAS
EN EXTREMIDADES INFERIORES DE PERROS UTILIZANDO
APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA CLÍNICA
VETERINARIA "GARRAS Y PATAS"**

AUTORES

MANZABA MONCADA JEREMY VICENTE

MEDINA FLORES DILAN GEORGE

TUTOR

ING. PAOLA GRIJALVA ARRIAGA, MSC.

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2025**



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”

CARRERA COMPUTACIÓN

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, PAOLA KARINA GRIJALVA ARRIAGA, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “APLICATIVO WEB Y MÓVIL PARA DETECTAR FRACTURAS EN EXTREMIDADES INFERIORES DE PERROS UTILIZANDO APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA CLÍNICA VETERINARIA “GARRAS Y PATAS””, realizado por los estudiantes MANZABA MONCADA JEREMY VICENTE; con cédula de identidad N° 0951867316 y MEDINA FLORES DILAN GEORGE; con cédula de identidad N° 0951693332 de la carrera COMPUTACIÓN, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Paola Grijalva Arriaga, MSc.

Guayaquil, 12 de agosto del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA COMPUTACIÓN

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “APLICATIVO WEB Y MÓVIL PARA DETECTAR FRACTURAS EN EXTREMIDADES INFERIORES DE PERROS UTILIZANDO APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA CLÍNICA VETERINARIA "GARRAS Y PATAS"”, realizado por los estudiantes MANZABA MONCADA JEREMY VICENTE y MEDINA FLORES DILAN GEORGE, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. Jorge Hidalgo Larrea, MSc.
PRESIDENTE

ING. Andrea Sinche Guzmán, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. Irene Vásquez Villacís, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. Paola Grijalva Arriaga, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 12 de agosto del 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querido abuelo, Vicente Moncada Andrade, quien me brindó su apoyo incondicional en todo lo que estuvo a su alcance, pero que, lamentablemente, por circunstancias de la vida, partió de este mundo faltando poco para verme graduado, como sé que él tanto lo deseaba. A mis padres, hermano, tíos, primos y abuelas, familiares cercanos quienes han estado presentes durante toda esta etapa de mi vida dándome su apoyo y motivándome a salir adelante.

Manzaba Moncada Jeremy Vicente

Dedico este trabajo a mis queridos padres, quienes han sido la piedra angular en este capítulo de mi vida. Su apoyo constante, tanto moral como económico, ha sido el fundamento sobre el cual he construido este logro. Gracias a su amor, sacrificio y confianza en mí, pude superar cada obstáculo y mantenerme firme en el camino. También extendiendo esta dedicatoria a ambas ramas de mi familia, quienes han acompañado este proceso con cariño, palabras de aliento y presencia constante. Este logro les pertenece tanto como a mí, porque sin ustedes, simplemente no habría sido posible.

Medina Flores Dilan George

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi familia por estar presentes dando su confianza y apoyo para obtener este logro en mi vida. A Kiara Villafuerte, Andrés Trujillo, Franshesca Crespo y Erika Moreno, personas que me ayudaron significativamente en poder culminar el desarrollo de mi trabajo de titulación; y, a mis demás amistades en general agradecerles por su compañía. A mis profesores, en especial a mi docente tutora, Ing. Paola Grijalva, por brindarme sus conocimientos. Les agradezco de todo corazón por ser los cimientos que me permitieron culminar esta obra.

Manzaba Moncada Jeremy Vicente

Con una gratitud eterna, agradezco profundamente a mi madre, quien ha estado conmigo cada día, siendo guía, apoyo y la voz de la razón en los momentos de duda. Su compañía incansable ha sido luz en el camino. A mi padre, gracias por su respaldo firme y su fe constante en mis capacidades. A toda mi familia, gracias por su cariño, sus palabras de aliento y por estar presentes en cada paso. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo compartido. Gracias por ser la base emocional y espiritual que me sostuvo en todo momento.

Medina Flores Dilan George

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, MANZABA MONCADA JEREMY VICENTE y MEDINA FLORES DILAN GEORGE, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “APLICATIVO WEB Y MÓVIL PARA DETECTAR FRACTURAS EN EXTREMIDADES INFERIORES DE PERROS UTILIZANDO APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA CLÍNICA VETERINARIA "GARRAS Y PATAS"” para optar el título de INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autores nos correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 12 de agosto del 2025

MANZABA MONCADA JEREMY VICENTE
C.I. 0951867316

MEDINA FLORES DILAN GEORGE
C.I. 0951693332

RESUMEN

En esta investigación se lleva a cabo el desarrollo de un aplicativo web y móvil para la detección de fracturas en extremidades inferiores de perros mediante aprendizaje automático, enfocado en la Clínica Veterinaria "Garras y Patas". Utilizando modelos como YOLO y métodos de recolección de imágenes, el sistema analiza imágenes radiológicas para agilizar el diagnóstico y mejorar su precisión. Además, integra módulos de gestión de usuarios, mascotas y clientes, optimizando los procesos internos de la clínica. La implementación propone reducir tiempos de diagnóstico, aumentar la satisfacción del cliente y mejorar la atención veterinaria. El proyecto emplea metodologías como Extreme Programming (XP) y Knowledge Discovery in Databases (KDD), asegurando un desarrollo ágil y orientado a resultados. Como resultado, se obtuvo una aplicación funcional a nivel web y móvil, con una precisión del 95% en la detección de fracturas, entrenada con un total de 7040 imágenes. La investigación aplicada y documental respalda el diseño de un sistema robusto, alineado con marcos legales ecuatorianos. Este avance tecnológico busca ser un referente en el diagnóstico asistido por inteligencia artificial en medicina veterinaria.

Palabras claves: *Detección automática, fracturas caninas, inteligencia artificial, aprendizaje automático, aplicativo veterinario*

ABSTRACT

This study presents the development of a web and mobile application to detect fractures in dogs' lower limbs using machine learning, specifically tailored for the "Garra y Patas" Veterinary Clinic. By integrating the YOLO object detection model with a structured image collection methodology, the system enables automated analysis of radiographic images for faster and more accurate diagnoses. The platform includes management modules for users, clients, and pets, which contributed to the optimization of administrative workflows within the clinic. Developed using the Extreme Programming (XP) methodology and the Knowledge Discovery in Databases (KDD) process, the project ensured iterative, agile, and data-driven implementation. The final application achieved a fracture detection accuracy of 95%, trained on a dataset of 7,040 annotated images. This applied and documentary research supports the creation of a robust, legally compliant system aligned with Ecuadorian veterinary standards. The project represents a pioneering contribution to AI-assisted diagnostics in veterinary medicine.

Keywords: *Automatic detection, canine fractures, artificial intelligence, machine learning, veterinary application*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes del Problema	14
1.2 Planteamiento y Formulación del Problema	14
1.2.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2.2 Formulación del problema.....	15
1.3 Justificación de la Investigación	16
1.4 Delimitación de la Investigación	19
1.5 Objetivo General.....	19
1.6 Objetivos Específicos	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Estado del Arte	20
2.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática	24
2.2.1 Fractura	24
2.2.2 Fisura.....	24
2.2.3 Tipos de fracturas en perros	25
2.2.3.1. Fractura cerrada.....	25
2.2.3.2. Fractura expuesta o abierta.	26
2.2.3.3. Fractura incompleta.	26
2.2.3.4. Fractura completa.	27
2.2.3.4.1. <i>Fractura transversal</i>	27
2.2.3.4.2. <i>Fractura oblicua</i>	28
2.2.3.4.3. <i>Fractura conminuta</i>	29
2.2.4 Técnicas para la detección de imágenes	29
2.2.4.1. Redes Neuronales Convolucionales.	29
2.2.4.2. YOLO (You Only Look Once).	30
2.2.5 Gestor de base de datos.....	30
2.2.5.1. MySQL.....	30
2.2.6 Herramientas y lenguajes de programación	31
2.2.6.1. HTML.	31
2.2.6.2. Framework Bootstrap.	31
2.2.6.3. Lenguaje de programación PHP.	31
2.2.6.4. Lenguaje de programación Python.	31

2.2.6.5. Bibliotecas de Python para aprendizaje automático.....	32
2.2.6.5.1. <i>TensorFlow</i>	32
2.2.6.5.2. <i>Keras</i>	32
2.2.6.5.3. <i>PyTorch</i>	32
2.2.6.6. Android Studio.	33
2.2.6.7. API RESTful.	33
2.3 Marco legal.....	34
2.3.1 Código Civil	34
2.3.2 Ley de Propiedad Intelectual	34
2.3.3 Ley Orgánica de Protección de Datos Personales	35
2.3.4 Código Orgánico del Ambiente	35
2.3.5 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación	36
2.3.6 Constitución de la República del Ecuador	38
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1 Enfoque de la Investigación	40
3.1.1 Tipo de investigación.....	40
3.1.1.1. Investigación aplicada.	40
3.1.1.2. Investigación documental.	41
3.1.2 Diseño de la investigación	41
3.2 Metodología	41
3.2.1 Metodología de Programación Extrema	42
3.2.1.1. Fases de la metodología XP	42
3.2.1.1.1. <i>Fase de Planificación</i>	42
3.2.1.1.2. <i>Fase de Diseño</i>	42
3.2.1.1.3. <i>Diseño Intuitivo</i>	43
3.2.1.2. Fase de Codificación.	43
3.2.1.3. Fase de Prueba.....	43
3.2.1.4. Fase de Lanzamiento	44
3.2.2 Metodología de Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos (KDD)	44
3.2.2.1. Selección de datos.....	44
3.2.2.2. Preprocesamiento de datos.	44
3.2.2.3. Transformación de datos.	44

3.2.2.4. Minería de datos avanzada.....	45
3.2.2.4.1. <i>Evaluación de patrones</i>	45
3.2.2.4.2. <i>Interpretación y utilización del conocimiento</i>	45
3.2.3 Recolección de datos.....	45
3.2.3.1. Recursos.....	45
3.2.3.1.1. <i>Recursos humanos</i>	45
3.2.3.1.2. <i>Recursos bibliográficos</i>	45
3.2.3.1.3. <i>Recursos tecnológicos</i>	46
3.2.3.2. Materiales.....	46
3.2.3.3. Métodos y técnicas.....	46
3.2.3.3.1. <i>Método analítico</i>	46
3.2.3.3.2. <i>Técnica de la entrevista</i>	46
3.2.3.3.3. <i>Técnica de observación</i>	46
3.2.3.3.4. <i>Presupuesto</i>	46
3.2.4 Análisis estadístico.....	47
4. RESULTADOS.....	49
4.1 Identificación de las características anatómicas e imágenes radiológicas relevantes para la detección precisa de fracturas en perros que acudan a la Clínica Veterinaria "Garras y Patas", mediante revisión exhaustiva de referencias bibliográficas y consultas con profesionales veterinarios	49
4.2 Entrenamiento del modelo de aprendizaje automático para el análisis de imágenes radiológicas de extremidades inferiores de perros	50
4.3 Desarrollo del aplicativo web y móvil utilizando herramientas de código abierto, integrando el modelo de inteligencia artificial de aprendizaje automático diseñado para la detección de fracturas en perros.....	51
5. DISCUSIÓN	54
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
6.1 Conclusiones.....	56
6.2 Recomendaciones.....	56
7. BIBLIOGRAFÍA	58
8. ANEXOS	63
9. APÉNDICES	122

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Tablas de presupuesto de los recursos del proyecto	63
Anexo N°2: Instrumentos para recolección de información	66
Anexo N°3: Resultados de las Técnicas de Recopilación	70
Anexo N°4: Fotografías de los tipos de fracturas	77
Anexo N°5: Fotografías de la recolección de información	81
Anexo N°6: Tablas de información para los resultados y discusiones	82
Anexo N°7: Glosario del Léxico Extendido del Lenguaje	89
Anexo N°8: Historias de Usuario	92
Anexo N°9: Diagramas de flujo de datos.....	97
Anexo N°10: Esquema modular	99
Anexo N°11: Esquema arquitectónico.....	100
Anexo N°12: Diagramas de Casos de Uso	101
Anexo N°13: Diagrama de Secuencia y de Actividad.....	103
Anexo N°14: Diagrama Relacional y Diccionario de datos.....	104
Anexo N°15: Encuesta de satisfacción	113
Anexo N°16: Resultados de la encuesta de satisfacción	115

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice N°1: Manual de usuario.....	122
Apéndice N°2: Manual técnico	141

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del Problema

En los últimos años, el avance tecnológico ha impulsado el desarrollo de herramientas innovadoras en el campo de la medicina veterinaria, especialmente en la detección y tratamiento de lesiones y fracturas que sufren los animales. Por ejemplo, Liste (2010) menciona que para que los diagnósticos de radiografías tengan una mejor racionalización del tiempo empleado tablas de técnicas de exposición basadas en el espesor de áreas anatómicas específicas, las cuales son denominadas tablas radiográficas y son leídas por profesionales en el área, teniendo como funcionalidad evitar realizar cálculos cada vez que se tenga que hacer un estudio radiológico, pero teniendo el inconveniente de que solo un especialista lo sabe leer.

Uno de los problemas recurrentes relacionados a las fracturas en las clínicas veterinarias es la demora en la detección de éstas en las extremidades inferiores de los perros, debido a que si no existe una fractura abierta no se puede detectar si el animal sufrió una lesión, una fractura o si es solo un dolor, ya que existen varios factores como algún accidente sufrido, enfermedad del perro u otros factores, por lo que se recurre a realizar radiografías para analizarlas y diagnosticar el estado de la mascota.

La detección de fracturas en radiografías de extremidades inferiores de perros ha sido tradicionalmente realizada por veterinarios con experiencia en el área, lo que puede llevar a variaciones en la precisión o a demoras en el diagnóstico en caso de que no se encuentre el especialista presente para dar su veredicto. Sin embargo, en los últimos años, se han realizado avances significativos en la aplicación de técnicas de aprendizaje automático y visión por computadora para mejorar la detección de fracturas en imágenes radiológicas (Kuo et al., 2022).

1.2 Planteamiento y Formulación del Problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El diagnóstico de fracturas en las clínicas veterinarias actualmente se realiza principalmente a través de radiografías evaluadas por médicos veterinarios experimentados. A pesar de ser un método efectivo, presenta varias limitaciones significativas que pueden afectar la precisión y la eficiencia del diagnóstico (Tonima et al., 2021). La variabilidad en la interpretación de las radiografías, que depende de la experiencia y habilidades de cada veterinario, puede llevar a diferencias en

los diagnósticos. Además, el análisis de las radiografías puede ser un proceso lento, especialmente en casos complejos o cuando no hay un especialista disponible de inmediato, lo que provoca demoras en el diagnóstico. Por último, existe el riesgo de errores en la interpretación manual de las imágenes, particularmente en casos de fracturas pequeñas o sutiles que pueden no ser perceptibles para todos los especialistas. Estas limitaciones subrayan la necesidad de mejorar los métodos de diagnóstico en las clínicas veterinarias para asegurar diagnósticos más precisos y eficientes (Kitamura, 2020).

Las limitaciones del diagnóstico de fracturas también se ven reflejadas en la Clínica Veterinaria Garras y Patas, pudiendo tener consecuencias negativas para la salud y el bienestar de los animales, y la eficiencia del servicio que brinda la clínica ocasionando retrasos en el diagnóstico, complicaciones médicas en el tratamiento o la insatisfacción del cliente.

Por lo que, para abordar las limitaciones existentes y automatizar las detecciones de fracturas, la Clínica Veterinaria Garras y Patas requiere implementar una solución tecnológica que permita una detección precisa, eficiente y oportuna de las fracturas. Con el desarrollo del aplicativo web y móvil se propone abordar la problemática planteada realizando un análisis rápido y preciso de radiografías, en el cual exista precisión en el diagnóstico y el tiempo de detección no sea tardado.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo identificar fracturas en las extremidades inferiores de los perros, utilizando radiografías y algoritmos de aprendizaje automático?

En la práctica veterinaria, la detección temprana y precisa de fracturas en las extremidades inferiores de los perros es crucial para brindar un tratamiento efectivo y mejorar la calidad de vida del paciente. Actualmente, la detección de fracturas se realiza principalmente a través de radiografías, lo cual puede requerir experiencia especializada y tiempo considerable por parte del personal veterinario.

La aplicación de algoritmos de aprendizaje automático ofrece la posibilidad de desarrollar herramientas de detección asistida por computadora que puedan agilizar y mejorar la precisión del diagnóstico de fracturas en extremidades inferiores de perros a partir de radiografías.

Teniendo en cuenta estos dos factores, la formulación se centra en el desarrollo de un sistema que permita la detección de fracturas en las extremidades

inferiores de los perros en la Clínica Veterinaria Garras y Patas. Este sistema busca mejorar la precisión y la rapidez en el diagnóstico de fracturas, lo que permitirá una atención más efectiva. Además, al ser una herramienta automatizada, ayudará a reducir la dependencia de la experiencia individual de los veterinarios y mitigará los casos de retrasos en el diagnóstico causados por la disponibilidad de especialistas en la clínica.

1.3 Justificación de la Investigación

Las fracturas en las extremidades inferiores de los perros son las más comunes, afectando regiones anatómicas específicas de éstas como las del húmero distal y tibia proximal, abarcando el 70% de las fracturas que sufren los canes (Currie y Meeson, 2022). Estas ubicaciones son áreas de mayor vulnerabilidad a fracturas en la anatomía ósea canina por lo que su pronta identificación y detección son cruciales para garantizar el bienestar y calidad de vida de las mascotas.

Las fracturas se pueden originar por accidentes como atropellos, caídas desde grandes alturas o, en general, golpes fuertes. Cuando se da una fractura, existe también la posibilidad de daños internos que no se pueden detectar a simple vista, como hemorragias o lesiones en los órganos. Por lo que todas las fracturas requieren tratamiento veterinario, ya sea por inmovilización o intervención quirúrgica.

La Clínica Veterinaria “Garras y Patas” se enfrenta al desafío de diagnosticar y tratar fracturas en perros sin disponer de una herramienta eficaz para analizar imágenes radiológicas de manera sistemática. Actualmente, los médicos veterinarios se basan en el diagnóstico mediante los conocimientos que tienen para interpretar radiografías, lo que puede llevar a confusiones y retrasos en el tratamiento adecuado de las fracturas si el especialista no se encuentra presente. La detección temprana y precisa de fracturas en perros es crucial para el bienestar del animal en general, por lo que la implementación de un aplicativo para la detección de fracturas ayudaría tanto al personal de la Clínica como a la mascota y a la satisfacción del cliente.

Además, cuando una mascota tiene una fractura requiere de una atención prioritaria, y considerando el tiempo limitado que los médicos tienen para atender a cada paciente, se obtienen beneficios al implementar un sistema automatizado que asista a los médicos en la realización de diagnósticos rápidos y precisos (Celniak

et al., 2023). Logrando, con esta implementación, la optimización de los tiempos de atención dentro de la clínica veterinaria para lograr atender a demás mascotas dentro de una misma jornada.

Para abordar esta problemática, se propone el desarrollo de un aplicativo web y móvil que permita a los médicos veterinarios de la clínica analizar imágenes radiológicas de las patas de los perros y detectar fracturas de manera precisa y eficiente. Este sistema aprovechará modelos de inteligencia artificial, especialmente aprendizaje automático, entrenadas con una amplia variedad de imágenes radiológicas para identificar diferentes tipos de fracturas.

El aplicativo proporcionará una interfaz intuitiva para cargar y procesar imágenes radiológicas, así como para visualizar los resultados de la detección. El sistema integrará una variedad de funciones diseñadas para mejorar la gestión en la Clínica Veterinaria Garras y Patas, además de su función principal de detección de fracturas, las cuales son:

Apartado de inicio de sesión. Permite a los empleados y al administrador de la veterinaria crear cuentas e iniciar sesión mediante un registro único por número de cédula, donde se encontrarán funciones como:

- **Sistema de autenticación de usuarios:** Esta opción destaca el proceso de verificación de identidad de los usuarios.
- **Acceso seguro al sistema:** El objetivo principal del módulo es permitir el acceso seguro al aplicativo.

Módulo de análisis radiográfico. Aquí se encuentran todas las funciones relacionadas a la carga y análisis de la imagen radiológica, como:

- **Carga de imágenes:** Cuenta con la posibilidad de seleccionar a un cliente y alguna de las mascotas que le pertenecen para asignarle una imagen radiológica.
- **Análisis de imágenes:** Se muestran vistas previas de las imágenes de cada mascota para que se pueda realizar el preprocesamiento de las mismas seguido de su análisis.
- **Predicción de radiografías:** Se visualizan las imágenes radiológicas enmarcadas en el lugar donde se encuentre una fractura en caso de que exista.

- **Generación de reportes:** Almacena los reportes generados para cada imagen analizada.

Módulo de gestión de mascotas. En este apartado se puede visualizar, crear, modificar y eliminar los datos de las mascotas registradas. Además de que cuenta con la posibilidad de crear nuevas especies y razas en caso de que sea necesario.

Módulo de gestión de clientes. Está diseñado para realizar funciones similares al de gestión de mascotas, pero enfocado en la administración de la información y el seguimiento de los clientes. Permitirá registrar, organizar y actualizar los datos personales de los clientes.

Módulo de gestión operativa. Dentro de este módulo se puede gestionar toda la información relacionada con el personal de la Clínica Veterinaria, donde tendrá funciones como:

- **Historial de acceso:** Donde se puede visualizar las fechas de actualización de datos y del último acceso al aplicativo, contando con las opciones de poder bloquear usuarios en caso de ser necesario.
- **Gestión de roles y especialidades:** Se puede crear nuevas especialidades en caso de que la veterinaria lo necesite, además de roles los cuales se crearán teniendo permisos predeterminados.
- **Información del personal:** Se tiene la opción de crear nuevos usuarios por parte del administrado en caso de ser necesario, además de poder editar la información del veterinario.
- **Control de permisos:** El administrador cuenta con la opción de dar permisos específicos a cada rol para determinar qué funciones y módulos del aplicativo podrá usar.

La implementación de este sistema será de gran apoyo para los médicos que trabajan en la veterinaria porque ayudará a detectar y localizar las fracturas de manera más eficaz y tener un mejor enfoque al momento de dar el diagnóstico, también será útil porque ayudará a crear reportes automáticos en función de la detección que se ha realizado en la imagen radiológica. Además de tener varios beneficios como reducir los tiempos de espera en los que se entrega un diagnóstico al cliente, mejorando la experiencia y satisfacción del mismo; facilidad en la toma

de decisiones ya que, al presentar una localización y detección clara de una fractura, ayudará a tomar mejores decisiones y brindarle mejor atención y cuidado a la mascota por parte de la Clínica.

1.4 Delimitación de la Investigación

- **Espacio:** Se enfocó en la Clínica Veterinaria “Garras y Patas” ubicada en Lot. Mucho Lote 1, Mz. 2194 Solar 17 y en Villa España 2, Mz. 3095 Villa 3.
- **Tiempo:** Se realizó en un período de 10 meses.
- **Población:** Fue dirigida hacia los 8 miembros del personal de la Clínica Veterinaria y sus aproximadamente 40 pacientes.

1.5 Objetivo General

Implementar un aplicativo web y móvil, que permita la detección de fracturas de las extremidades inferiores de los perros, utilizando imágenes radiológicas y herramientas de aprendizaje automático para la mejora en la precisión y rapidez en el diagnóstico en la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”.

1.6 Objetivos Específicos

- Identificar las características anatómicas e imágenes radiológicas relevantes para la detección precisa de fracturas en perros que acudan a la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”, mediante revisión exhaustiva de referencias bibliográficas y consultas con profesionales veterinarios.
- Entrenar un modelo de aprendizaje automático para el análisis de imágenes radiológicas de extremidades inferiores de perros.
- Desarrollar el aplicativo web y móvil utilizando herramientas de código abierto, integrando el modelo de inteligencia artificial de aprendizaje automático diseñado para la detección de fracturas en perros.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

La detección temprana y precisa de fracturas en extremidades inferiores de perros es fundamental para garantizar el bienestar y tratamiento adecuado del animal. La integración de tecnologías innovadoras, como el aprendizaje automático, ofrece nuevas oportunidades para mejorar la precisión y eficiencia en este proceso diagnóstico. En este contexto, se hace relevante examinar las investigaciones científicas más recientes que abordan la detección de fracturas en animales, especialmente en perros, mediante el uso de algoritmos de inteligencia artificial y técnicas avanzadas de análisis de imágenes.

La evaluación de Jung et al. (2024) muestra la eficacia del aprendizaje automático en la detección de fracturas utilizando diversas modalidades de imagen y tipos de datos para determinar los niveles de sensibilidad (exactitud al identificar como una mascota fracturada a aquella que efectivamente lo está) y especificidad (exactitud al identificar a una mascota como no fracturada a aquella no lo esté) al diagnosticar una fractura. Los resultados con datos tabulares mostraron que las fracturas de cadera tienen una sensibilidad del 92% y una especificidad del 90%.

Además, los datos de imágenes demostraron mayores sensibilidad y especificidad siendo del 92% y 91%, respectivamente, en comparación con los datos tabulares. Las radiografías específicamente mostraron una sensibilidad del 94% y especificidad del 92%, siendo los porcentajes más altos de todos. Estos hallazgos indican un alto potencial de la IA para mejorar la precisión diagnóstica en sistemas de salud animal, especialmente al momento de realizar su detección mediante imágenes radiológicas. Debido a los altos porcentajes que presentan las detecciones de fracturas con aprendizaje automático se incluirá en el presente proyecto para detectar las fracturas en las extremidades inferiores de los perros.

De manera similar, como indican Baydan et al. (2021) se pueden implementar redes neuronales profundas, como Mask R-CNN, para detectar fracturas en la tibia de perros y gatos con mayor rapidez y precisión. Utilizando un conjunto de datos de 518 imágenes de fracturas de tibia, se obtuvo un valor del 85.8% para el conjunto total de datos, 87.8% para perros y 77.7% para gatos. La localización de la fractura en una imagen de tibia tomó en promedio 2.88 segundos. Indicando que el sistema desarrollado puede asistir a los veterinarios en la detección de fracturas de manera precisa y rápida, lo que es beneficioso para la

salud animal. Los resultados obtenidos en esta investigación presentan altos niveles de precisión utilizando una rama del aprendizaje automático como lo son las redes neuronales. Tal como indican los autores, el promedio de tiempo de detección es rápido, demostrando así el potencial que tienen los algoritmos de aprendizaje automático para la detección eficaz de una fractura.

Por otro lado, Mahajan y Khatik (2021) indican que la detección automatizada de fracturas mediante deep learning se ha convertido en un tema de investigación muy activo debido a su capacidad para reducir el tiempo de diagnóstico y disminuir la tasa de error comparada con las técnicas tradicionales que son dependientes de expertos. Los autores destacan en su artículo que las técnicas de deep learning, como las redes neuronales con múltiples capas ocultas, ofrecen un medio prometedor para la detección automatizada de fracturas, reduciendo las consecuencias severas de diagnósticos perdidos y mejorando la eficiencia del proceso de diagnóstico.

En este contexto, al aprovechar algoritmos avanzados de deep learning, se pueden desarrollar sistemas inteligentes capaces de analizar rápidamente imágenes médicas e identificar de manera precisa incluso las fracturas más sutiles o difíciles de detectar. Este avance tecnológico no solo puede ayudar a los veterinarios a realizar diagnósticos más precisos y oportunos, sino que también puede contribuir a reducir el sufrimiento de las mascotas y mejorar su calidad de vida al garantizar un tratamiento adecuado y temprano. Además, al automatizar parte del proceso de diagnóstico, se liberan recursos y tiempo que pueden ser dedicados a otras áreas de atención veterinaria, lo que potencialmente mejora la eficiencia general de la clínica y beneficia tanto a los profesionales veterinarios como a sus pacientes animales.

En el estudio realizado por Açış et al. (2023) mencionan que los algoritmos de deep learning se han utilizado en varios campos, incluyendo la salud y la biomedicina. Las arquitecturas de deep learning, especialmente las redes neuronales convolucionales, son extractores de características potentes para tareas de reconocimiento basadas en imágenes, como la detección de fracturas, la división de tejidos y órganos, la detección de enfermedades, entre otros. Hoy en día, la detección de fracturas en huesos se ha convertido en un tema popular.

En esta investigación, los huesos largos de los perros se clasifican como rotos o intactos. El conjunto de datos consiste en imágenes de rayos X de huesos

largos de perros tomadas del Hogar Temporal para Animales de la Calle del Municipio Metropolitano de Ankara. Para el análisis, se utilizaron métodos de aprendizaje de extremo a extremo y de transferencia. El estudio se llevó a cabo en la plataforma MATLAB y se logró el mayor éxito con la estructura de red Resnet50 basada en deep learning, alcanzando un 91.7% de precisión cuando se extrajo la característica y se clasificó con SVM.

En cambio, el enfoque del estudio de Baydan y Ünver (2021) se basa en la detección de fracturas en las tibias de los perros y los gatos utilizando deep learning. El objetivo de este estudio fue clasificar la tibia, como fractura o no fractura, en imágenes digitales completas o parciales del cuerpo de gatos y perros, y localizar la fractura en la tibia fracturada utilizando métodos de deep learning. Este estudio busca proporcionar un diagnóstico de fractura en la tibia más preciso, rápido y seguro para los clínicos. Se utilizaron un total de 1488 imágenes de perros y gatos obtenidas de universidades e instituciones.

Para lograr sus objetivos, se implementaron tres estudios diferentes. En la primera fase del primer estudio, la tibia se clasificó automáticamente como fracturada o no fracturada utilizando Mask R-CNN. En la segunda fase, se localizó la ubicación de la fractura en la imagen de la tibia fracturada obtenida en la primera fase con Mask R-CNN. En el segundo estudio, la ubicación de la fractura se localizó directamente con Mask R-CNN. En el tercer estudio, la ubicación de la fractura en la tibia fracturada obtenida de la primera fase del primer estudio se localizó con SSD. Los valores de precisión y puntuación F1 en la primera fase del primer estudio fueron del 74% y 85%, respectivamente, y la puntuación F1 en la segunda fase del primer estudio fue del 84.5%. La precisión y la puntuación F1 del segundo estudio fueron del 52.1% y 68.5%, respectivamente. La puntuación F1 del tercer estudio fue del 46.2%.

Los resultados de la investigación mostraron que el primer estudio era prometedor para la detección de fracturas en la tibia y que la difusión del diagnóstico de fracturas con la ayuda de tales sistemas inteligentes también sería beneficiosa para el bienestar animal.

Así mismo, Bhatnagar et al. (2024) con un estudio enfocado en humanos, indican que la inteligencia artificial (IA) simula comportamientos inteligentes utilizando computadoras con mínima intervención humana. Los avances recientes en IA, especialmente en deep learning, han logrado un progreso significativo en

operaciones perceptuales, permitiendo que las computadoras procesen y comprendan entradas complejas con mayor precisión. En todo el mundo, las fracturas afectan a personas de todas las edades y en todas las regiones del planeta. Una de las causas más comunes de diagnósticos incorrectos y demandas médicas es la omisión de fracturas en radiografías tomadas en la sala de emergencias, lo cual puede variar del 2% al 9%.

En este sentido, ha habido un aumento notable en la aplicación de técnicas de deep learning, específicamente redes neuronales convolucionales (CNN), en la imagenología médica. En el campo del trauma ortopédico, se ha documentado que las CNN operan con la misma competencia que los cirujanos ortopédicos y radiólogos expertos en la identificación y clasificación de fracturas. Las CNN pueden analizar vastas cantidades de datos a una velocidad que supera a la de las observaciones humanas. En este estudio, se discute el uso de métodos de deep learning en la detección y clasificación de fracturas, la integración de la IA con varias modalidades de imagen, y los beneficios y desventajas de integrar la IA con los diagnósticos radiográficos.

Además, las enfermedades óseas y las fracturas en animales, especialmente en perros, son problemas frecuentes en la medicina veterinaria y requieren un diagnóstico temprano y preciso para garantizar un tratamiento adecuado. Las fracturas en lugares como la tibia o la cadera pueden ser difíciles de identificar mediante métodos tradicionales, lo que puede retrasar la atención y aumentar el riesgo de complicaciones para la mascota. En este contexto, Meena y Roy (2022) afirman que la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje profundo (DL) han surgido como herramientas innovadoras en el diagnóstico veterinario, destacándose por su capacidad para analizar imágenes médicas de forma precisa y rápida. Estos modelos, aplicados a radiografías y tomografías computarizadas (CT), han demostrado mejorar la sensibilidad y especificidad en la identificación de fracturas óseas, permitiendo a los veterinarios realizar diagnósticos más certeros y con menor margen de error.

Debido a esto, el uso de técnicas de aprendizaje profundo en medicina veterinaria, como las redes neuronales convolucionales (CNN), ha mostrado resultados prometedores en la detección automática de fracturas en perros, incluso en huesos largos y difíciles de evaluar visualmente. Al analizar grandes volúmenes de imágenes radiográficas, estos sistemas son capaces de identificar fracturas con

una precisión comparable a la de un experto. Además, la automatización de este proceso reduce el tiempo de diagnóstico y libera recursos en clínicas veterinarias, lo que permite a los profesionales centrarse en otros aspectos del cuidado del paciente. Sin embargo, para maximizar el potencial de estas tecnologías, es crucial disponer de bases de datos de imágenes bien etiquetadas y estandarizadas, ya que la variabilidad en la calidad y el etiquetado de las imágenes puede afectar la precisión del modelo.

En base a este estudio se puede determinar que a medida que la IA continúa avanzando, su integración en la medicina veterinaria promete mejorar significativamente la atención a los animales, facilitando un diagnóstico temprano y aumentando las tasas de recuperación.

2.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática

2.2.1 Fractura

Una fractura en un perro se define como la rotura completa de un hueso. Esta se produce cuando la fuerza o presión ejercida sobre el hueso excede la capacidad de resistencia del tejido óseo, llevándolo a ceder y romperse.

Las fracturas en perros pueden originarse por diversas causas, entre las más comunes se encuentran los accidentes como atropellos, caídas desde grandes alturas o cualquier golpe fuerte. Además, situaciones cotidianas como juegos bruscos, peleas con otros animales o incluso una torsión inadecuada al correr o saltar pueden resultar en una fractura (SURvet, 2023).

Las fracturas no solo afectan la estructura ósea, sino que también pueden causar daños internos significativos que no son visibles a simple vista (véase Anexo N°4:). Estos daños pueden incluir hemorragias internas, lesiones en órganos vitales, y daño a músculos y nervios circundantes. La complejidad de estas lesiones internas subraya la importancia de una evaluación veterinaria exhaustiva tras cualquier incidente traumático.

2.2.2 Fisura

Una fisura ósea es una forma de fractura incompleta en el hueso, similar a una grieta que no afecta la integridad total del hueso (véase Figura 2). Es una lesión menos severa y requiere menos fuerza para producirse en comparación con una fractura completa.

Las fisuras óseas en animales presentan síntomas parecidos a los de las fracturas, pero generalmente son más leves. Los animales con fisuras óseas

pueden experimentar dolor y cierta hinchazón, pero usualmente mantienen una mayor capacidad de movimiento en comparación con aquellos que sufren fracturas completas. Además, la inflamación asociada a las fisuras suele ser menos pronunciada, lo que facilita una recuperación más rápida (Wright, 2022).

En el caso de que un perro sufra una fisura ósea, el tratamiento a seguir será similar al de una fractura. Esto puede incluir inmovilización, reposo, y en algunos casos, analgésicos o antiinflamatorios para manejar el dolor y la hinchazón.

2.2.3 Tipos de fracturas en perros

Según Gemmill y Clements (2016) las fracturas en perros se pueden clasificar en varios tipos según diferentes criterios, como la ubicación, el patrón y la gravedad de la fractura. Según la ubicación, las fracturas pueden ser clasificadas como fracturas de huesos largos (como el fémur, la tibia y el húmero), fracturas de huesos planos (como el cráneo y las costillas) y fracturas de huesos irregulares (como las vértebras). Además, dependiendo del patrón de la fractura, estas pueden ser simples (una sola línea de fractura), conminutas (varios fragmentos óseos), en espiral (una línea de fractura que se enrosca alrededor del hueso) o segmentarias (dos o más líneas de fractura en diferentes partes del hueso).

2.2.3.1. Fractura cerrada.

Kraus et al. (2016) indican que una fractura cerrada en perros es una ruptura en el hueso donde la piel sobre la zona afectada permanece intacta, sin ninguna herida abierta que exponga el hueso roto (véase Figura 3). Este tipo de fractura es menos susceptible a infecciones en comparación con las fracturas abiertas, pero sigue siendo una lesión seria que requiere atención veterinaria inmediata. Los síntomas de una fractura cerrada pueden incluir cojera, incapacidad para mover la extremidad afectada, dolor intenso, hinchazón y cambios en el comportamiento del perro, como letargo o falta de apetito.

El tratamiento para una fractura cerrada en perros varía dependiendo de la gravedad y la ubicación de la fractura. Puede incluir la inmovilización del área afectada mediante vendajes, férulas o yesos para asegurar que los huesos se alineen correctamente y sanen adecuadamente. En casos más complejos, puede ser necesaria la cirugía para fijar los fragmentos óseos con placas, tornillos o clavos (Gemmill y Clements, 2016). El proceso de recuperación también puede involucrar fisioterapia y restricción de la actividad física para permitir una sanación completa y evitar complicaciones adicionales.

2.2.3.2. Fractura expuesta o abierta.

Una fractura abierta en perros es una ruptura en el hueso en la que hay una herida en la piel, dejando el hueso fracturado expuesto al exterior (véase Figura 4). Este tipo de fractura es particularmente grave debido al alto riesgo de infección y la posible contaminación de la herida con bacterias y otros agentes patógenos. Los signos clínicos de una fractura abierta incluyen una herida visible en la piel, sangrado, fragmentos de hueso que pueden estar expuestos, dolor intenso, hinchazón y la incapacidad del perro para usar la extremidad afectada (Kraus et al., 2016).

El tratamiento de una fractura abierta en perros es más complejo y requiere una atención veterinaria urgente. Inicialmente, es crucial limpiar y desinfectar la herida para minimizar el riesgo de infección. El tratamiento generalmente incluye la administración de antibióticos, analgésicos y antiinflamatorios. En muchos casos, se necesita una cirugía para alinear y estabilizar los fragmentos óseos utilizando dispositivos como placas, tornillos, clavos o fijadores externos. Además, la herida debe ser gestionada adecuadamente, lo que puede incluir cambios regulares de vendajes y monitoreo constante para detectar signos de infección. El proceso de recuperación puede ser prolongado e incluir fisioterapia para asegurar una recuperación completa y funcional de la extremidad afectada (Gemmill y Clements, 2016).

2.2.3.3. Fractura incompleta.

Una fractura incompleta en perros es una ruptura parcial del hueso donde la línea de fractura no atraviesa completamente el hueso. En otras palabras, el hueso está fisurado, pero no se ha separado en dos o más partes (véase Figura 5). Este tipo de fractura es menos severo que una fractura completa y es más común en animales jóvenes, cuyos huesos son más flexibles y tienen una mayor capacidad de doblarse en lugar de romperse por completo. Los síntomas de una fractura incompleta pueden incluir cojera, sensibilidad al tacto en la zona afectada, hinchazón y dolor, aunque el perro puede ser capaz de apoyar parcialmente la extremidad lesionada (American College of Veterinary Surgeons, 2023).

El tratamiento para una fractura incompleta en perros generalmente implica inmovilizar el área afectada para permitir que el hueso se cure adecuadamente. Esto puede lograrse mediante la aplicación de vendajes, férulas o yesos que mantengan la alineación correcta del hueso durante el proceso de sanación. En

algunos casos, puede ser necesario restringir la actividad física del perro para evitar cualquier presión adicional sobre la fractura. El tiempo de recuperación varía dependiendo de la gravedad de la fractura y la edad del perro, pero con el tratamiento adecuado, la mayoría de las fracturas incompletas sanan completamente sin la necesidad de intervención quirúrgica (American College of Veterinary Surgeons, 2023; Gemmill y Clements, 2016).

2.2.3.4. Fractura completa.

Una fractura completa en perros es una ruptura del hueso donde la línea de fractura atraviesa completamente el hueso, separándolo en dos o más fragmentos. Este tipo de fractura es más grave que una fractura incompleta y puede afectar cualquier hueso del cuerpo. Los síntomas de una fractura completa incluyen una incapacidad evidente para soportar peso en la extremidad afectada, dolor intenso, deformidad visible, hinchazón y, a veces, un movimiento anormal o inestabilidad en el área lesionada (American College of Veterinary Surgeons, 2023; Huerga, 2024).

El tratamiento de una fractura completa en perros generalmente requiere una intervención más intensiva para asegurar la correcta alineación y estabilidad de los fragmentos óseos durante el proceso de curación. Esto a menudo implica cirugía ortopédica para fijar los fragmentos utilizando placas, tornillos, clavos o fijadores externos. En casos menos graves, puede ser posible tratar la fractura con inmovilización mediante yesos o férulas, pero esto depende de la ubicación y el tipo específico de la fractura. El proceso de recuperación incluye la restricción de la actividad física del perro, el manejo del dolor con medicamentos adecuados y, en algunos casos, fisioterapia para restaurar la función completa de la extremidad afectada. El tiempo de recuperación puede variar ampliamente, pero con el tratamiento adecuado, muchos perros pueden recuperar una función normal o casi normal en la extremidad lesionada. Según el American College of Veterinary Surgeons (2023) para que sea más fácil planificar un tratamiento adecuado las fracturas de los huesos de los perros se las puede clasificar según su forma:

A su vez, las fracturas completas se clasifican en:

2.2.3.4.1. Fractura transversal.

Una fractura transversal en perros es un tipo de ruptura del hueso donde la línea de fractura es perpendicular al eje longitudinal del hueso. Esto significa que el hueso se ha roto en una línea recta y horizontal, dividiéndolo en dos partes distintas (véase Figura 6). Las fracturas transversales suelen ser el resultado de un trauma

directo o un golpe fuerte en el hueso. Los síntomas de una fractura transversal incluyen dolor intenso, hinchazón, incapacidad para soportar peso en la extremidad afectada, y a veces una deformidad visible o una sensación de inestabilidad en el área lesionada (American College of Veterinary Surgeons, 2023).

El tratamiento de una fractura transversal en perros generalmente requiere estabilización para asegurar que los fragmentos óseos se mantengan en la posición correcta durante el proceso de curación. Esto a menudo implica una intervención quirúrgica para alinear los fragmentos y fijarlos utilizando placas metálicas, tornillos o clavos intramedulares. En algunos casos, especialmente si la fractura no está desplazada y los fragmentos permanecen en su lugar, puede ser posible tratar la fractura con yesos o férulas. El proceso de recuperación también incluye la administración de analgésicos para el manejo del dolor, la restricción de la actividad física para evitar cualquier movimiento que pueda desestabilizar la fractura, y, en ocasiones, fisioterapia para ayudar a restaurar la función completa de la extremidad (Kraus et al., 2016). Con el tratamiento adecuado, la mayoría de las fracturas transversales pueden sanar correctamente, permitiendo que el perro recupere una función normal.

2.2.3.4.2. Fractura oblicua.

Una fractura oblicua en perros es un tipo de ruptura del hueso donde la línea de fractura se forma en un ángulo, que no es perpendicular ni paralelo al eje longitudinal del hueso (véase Figura 7). Esta forma de fractura se produce generalmente debido a una combinación de fuerzas de compresión y torsión sobre el hueso. Los síntomas de una fractura oblicua incluyen dolor severo, hinchazón, incapacidad para soportar peso en la extremidad afectada, y en algunos casos, una deformidad visible o una movilidad anormal en el área lesionada (American College of Veterinary Surgeons, 2023).

El tratamiento de una fractura oblicua en perros requiere estabilización para asegurar que los fragmentos óseos se mantengan correctamente alineados durante el proceso de curación. Esto comúnmente implica una cirugía ortopédica para alinear los fragmentos y fijarlos en su lugar usando dispositivos como placas, tornillos o clavos intramedulares. En algunas fracturas oblicuas que no están desplazadas, puede ser posible tratar la lesión con inmovilización mediante yesos o férulas. El proceso de recuperación también incluye la administración de analgésicos para el control del dolor, la restricción de la actividad física para evitar

el desplazamiento de los fragmentos óseos, y a veces, fisioterapia para ayudar a restaurar la función completa de la extremidad afectada. Con el tratamiento adecuado, la mayoría de las fracturas oblicuas pueden sanar correctamente, permitiendo que el perro recupere una función normal (Gemmil y Clements, 2016).

2.2.3.4.3. Fractura conminuta.

Según el American College of Veterinary Surgeons (2023) una fractura conminuta en perros es una lesión ósea en la que el hueso se rompe en tres o más fragmentos separados (véase Figura 8). Este tipo de fractura se considera especialmente grave y suele ser el resultado de un trauma severo o un impacto de alta energía. Los síntomas de una fractura conminuta incluyen dolor intenso, hinchazón significativa, deformidad visible en el área afectada, incapacidad para soportar peso en la extremidad lesionada y, en algunos casos, fragmentos óseos visibles debajo de la piel.

El tratamiento de una fractura conminuta en perros generalmente implica una intervención quirúrgica para realinear los fragmentos óseos y estabilizarlos para promover una adecuada curación. Esto puede requerir el uso de placas, tornillos, clavos o fijadores externos para mantener los fragmentos en su lugar. Además, es posible que se necesite la eliminación de fragmentos óseos dañados o desplazados durante la cirugía para facilitar la recuperación. Después de la cirugía, se puede administrar medicación para controlar el dolor y prevenir infecciones, y se puede requerir fisioterapia para ayudar al perro a recuperar la fuerza y la movilidad en la extremidad afectada (Gemmil y Clements, 2016). La recuperación de una fractura conminuta puede ser un proceso prolongado y requiere cuidadoso seguimiento veterinario para asegurar una recuperación exitosa.

2.2.4 Técnicas para la detección de imágenes

2.2.4.1. Redes Neuronales Convolucionales.

Las redes neuronales convolucionales son un tipo de red neuronal artificial las cuales corresponden a campos receptivos utilizando datos tridimensionales para la tarea de clasificación de imágenes y así el encontrar patrones en imágenes para el reconocimiento de objetos (Stalin et al., 2023).

Las redes neuronales convolucionales están catalogadas como un subconjunto de algoritmos de Machine Learning el cual aprende directamente de los datos.

2.2.4.2. YOLO (You Only Look Once).

El algoritmo YOLO es un sistema de reconocimiento de objetos, basado en redes neuronales convolucionales, que se basa en la diferenciación del tamaño del conjunto de datos dado que solo se enfoca en regiones fijas, con cada pixel de salida atento a una subregión específica de capas anteriores, con este algoritmo se puede gestionar la eficiencia y la precisión de la detección de los objetos cita (Srikar y Malathi, 2022).

YOLO funciona dividiendo la imagen de entrada en una cuadrícula de celdas y tratando la detección de objetos como un problema de regresión. Cada celda de la cuadrícula predice varios bounding boxes y las probabilidades de que estos boxes contengan objetos de ciertas clases. La red neuronal convolucional subyacente procesa la imagen completa en una sola pasada, produciendo tanto las coordenadas de los bounding boxes como las probabilidades de clase de los objetos en cada celda. Esto lo logra calculando el nivel de confianza (C) para una caja delimitadora, la cual es el producto de la probabilidad de que un objeto esté presente en una celda ($P(\text{Objeto})$) por la superposición entre la caja predicha y la caja verdadera (IOU), dando como fórmula $C = P(\text{Objeto}) \times IOU_{predicha, verdadera}$. Gracias al cálculo del nivel de confianza se puede determinar la precisión del algoritmo permitiendo a YOLO realizar detecciones en tiempo real con alta eficiencia y velocidad, aunque puede tener limitaciones en la detección de objetos pequeños o muy cercanos.

2.2.5 Gestor de base de datos

2.2.5.1. MySQL.

MySQL es uno de los gestores de bases de datos más utilizados en el ámbito del desarrollo web. Según Huillcen Baca et al. (2022), MySQL es una herramienta de código abierto que destaca por su facilidad de uso en comparación con otros sistemas similares y por ofrecer múltiples funciones. Este gestor permite almacenar datos y realizar consultas simultáneamente, lo que lo convierte en una opción muy popular. Además, es una solución ideal para gestionar la información en sistemas de comercio electrónico, ya que facilita el almacenamiento y la consulta de registros de manera rápida y sencilla.

2.2.6 Herramientas y lenguajes de programación

2.2.6.1. HTML.

Para la creación de un sistema web es necesario el uso de algún lenguaje de programación el más conocido en este ámbito es HTML. Team Servnet (2020) indica que HTML se conforma por un conjunto de elementos que emplean diferentes tipos de características de un contenido para que se comporten de una manera determinada. Este lenguaje es fundamental para el sistema ya que es el lenguaje base y definirá la estructura básica de la aplicación web, así como los recursos necesarios, asociaciones, etc.

2.2.6.2. Framework Bootstrap.

Bootstrap es un framework CSS desarrollado inicialmente por Twitter que permite crear aplicaciones y sitios web responsivos, optimizados para dispositivos móviles y de escritorio. Combina CSS y JavaScript para estilizar y agregar interactividad a los elementos de una página, ofreciendo componentes como barras de navegación, alertas, carruseles y más. Destaca por su enfoque mobile-first, reutilización de código y diseño visual moderno, facilitando el desarrollo eficiente y estandarizado de sitios web. Bootstrap puede implementarse mediante descarga, enlaces CDN o administradores de paquetes, y cuenta con una amplia comunidad que contribuye a su constante actualización y soporte (RockContent, 2020).

2.2.6.3. Lenguaje de programación PHP.

PHP (Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de programación de código abierto ampliamente utilizado para el desarrollo de aplicaciones web, conocido por su economía, escalabilidad y simplicidad. Se integra fácilmente con bases de datos MySQL, lo que permite crear sistemas robustos para la gestión de datos de usuarios (Sotnik et al., 2023).

Además, PHP permite implementar mecanismos de autenticación y personalización de usuarios, lo que es crucial para proyectos web. Su popularidad se debe a la capacidad de realizar cambios en cualquier etapa del desarrollo sin perder tiempo. Por esto, PHP es un lenguaje relevante y poderoso en el ámbito del desarrollo web, adaptándose a las necesidades cambiantes de los usuarios y del mercado.

2.2.6.4. Lenguaje de programación Python.

El lenguaje de programación Python un lenguaje interprete y dinámico importante para el desarrollo de carreras ambientadas a la ingeniería

computacional la enseñanza de este lenguaje de programación implica tener conocimientos previos del desarrollo del pensamiento crítico, abstracto, lógico y lateral (REDINE, 2019).

El uso de este lenguaje proporciona una buena experiencia en los usuarios que lo utilizan ya sea para el estudio o la realización de programas para sus respectivos trabajos por su interfaz dinámica y gran extensión de librerías que facilitan su uso en cualquier ámbito en el que se desarrolle la programación dentro del lenguaje.

2.2.6.5. Bibliotecas de Python para aprendizaje automático.

2.2.6.5.1. *TensorFlow*.

TensorFlow es una biblioteca de código abierto para el aprendizaje automático y el cálculo numérico (Ramchandani et al., 2022).

Es conocida por su flexibilidad y escalabilidad, siendo utilizada en una amplia gama de aplicaciones, desde el reconocimiento de imágenes hasta el procesamiento del lenguaje natural.

2.2.6.5.2. *Keras*.

Keras es una interfaz de alto nivel para TensorFlow, que facilita la creación de modelos de aprendizaje profundo. Proporciona una interfaz fácil de usar que abstrae la complejidad del motor de ejecución de gráficos subyacente de TensorFlow (Manaswi, 2018).

Esto lo convierte en una opción popular tanto para principiantes como para profesionales del aprendizaje automático experimentados.

2.2.6.5.3. *PyTorch*.

PyTorch es una librería de Python diseñada para realizar cálculos numéricos mediante tensores, ofreciendo soporte para GPU y destacando en machine learning, especialmente en redes neuronales. Su uso se centra en sustituir numpy y facilitar investigaciones, gracias a sus grafos dinámicos que permiten mayor flexibilidad en tiempo de ejecución frente a alternativas como TensorFlow. Se instala fácilmente con pip o Anaconda, y es compatible con CUDA para aceleración en tarjetas gráficas NVIDIA. Es ideal para tareas como clasificación de imágenes mediante CNNs o predicción de series temporales con LSTM o GRU, siendo una herramienta robusta con creciente documentación y comunidad (Cleverpy, 2024).

2.2.6.6. Android Studio.

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones Android, respaldado por Google. Basado en IntelliJ IDEA de JetBrains, Android Studio proporciona un conjunto completo de herramientas para desarrollar, probar y depurar aplicaciones Android. Entre sus características destacadas se incluyen un editor de código avanzado con soporte para la finalización de código y análisis en tiempo real, un emulador de Android integrado para probar aplicaciones en una variedad de dispositivos virtuales, y herramientas de diseño visual que permiten a los desarrolladores construir interfaces de usuario utilizando el diseño de arrastrar y soltar (drag-and-drop) (Santaella, 2022).

Además de estas herramientas básicas, Android Studio incluye un sistema de construcción flexible basado en Gradle, que permite manejar dependencias y configurar diferentes variantes de construcción de una manera organizada y eficiente. También ofrece integración con servicios de Google, como Firebase, y soporte para la implementación de aplicaciones directamente en Google Play Store. Las actualizaciones regulares y el soporte de una gran comunidad de desarrolladores hacen de Android Studio una plataforma robusta y confiable para el desarrollo de aplicaciones móviles en el ecosistema Android.

2.2.6.7. API RESTful.

Una API RESTful (Representational State Transfer) es un tipo de interfaz de programación de aplicaciones que se basa en el estilo arquitectónico REST. REST es un conjunto de restricciones y principios que aprovecha los métodos estándar del protocolo HTTP, como GET, POST, PUT y DELETE, para interactuar con recursos del servidor. Los recursos son cualquier tipo de información que puede ser nombrada y representada en un formato, típicamente JSON o XML. Una API RESTful permite a los clientes (como aplicaciones web o móviles) realizar operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) en estos recursos mediante solicitudes HTTP bien definidas (Koschel et al., 2019).

El funcionamiento de una API RESTful se basa en el uso de URIs (Uniform Resource Identifiers) para identificar los recursos, y en la aplicación de métodos HTTP para realizar acciones sobre esos recursos. Por ejemplo, una solicitud GET a un URI específico podría devolver la representación de un recurso, mientras que una solicitud POST podría crear un nuevo recurso en el servidor. Las APIs RESTful son stateless, lo que significa que cada solicitud del cliente al servidor debe

contener toda la información necesaria para entender y procesar la solicitud, sin depender de un estado almacenado en el servidor entre las solicitudes. Esta independencia del estado facilita la escalabilidad y la distribución de servicios, haciendo que las APIs RESTful sean ideales para aplicaciones web modernas y servicios microservicios.

2.3 Marco legal

Para la elaboración del proyecto se tendrá el respaldo de las siguientes leyes y artículos:

2.3.1 Código Civil

Art. 601.- Las producciones del talento o del ingenio son propiedad de sus autores (CÓDIGO CIVIL, 2013, p. 32).

2.3.2 Ley de Propiedad Intelectual

Art. 1.- El Estado reconoce, regula y garantiza la propiedad intelectual adquirida de conformidad con la ley, las decisiones de la Comisión de la Comunidad Andina y los convenios internacionales vigentes en el Ecuador.

La propiedad intelectual comprende:

1. Los derechos de autor y derechos conexos (LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL, 2014, p. 1).

Art. 4.- Se reconocen y garantizan los derechos de los autores y los derechos de los demás titulares sobre sus obras (LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL, 2014, p. 2).

Art. 5.- El derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión.

Se protegen todas las obras, interpretaciones, ejecuciones, producciones o emisión radiofónica cualquiera sea el país de origen de la obra, la nacionalidad o el domicilio del autor o titular. Esta protección también se reconoce cualquiera que sea el lugar de publicación o divulgación.

El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.

El derecho conexo nace de la necesidad de asegurar la protección de los derechos de los artistas, intérpretes o ejecutantes y de los productores de fonogramas (LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL, 2014, pp. 2-3).

Art. 6.- El derecho de autor es independiente, compatible y acumulable con:

a) La propiedad y otros derechos que tengan por objeto la cosa material a la que esté incorporada la obra;

b) Los derechos de propiedad industrial que puedan existir sobre la obra; y,

c) Los otros derechos de propiedad intelectual reconocidos por la ley (LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL, 2014, p. 3).

2.3.3 Ley Orgánica de Protección de Datos Personales

Art. 32.- Tratamiento de datos de salud por entes privados y públicos con fines de investigación.- Los datos relativos a salud que consten en las instituciones que conforman el Sistema Nacional de Salud, podrán ser tratados por personas naturales y jurídicas privadas y públicas con fines de investigación científica, siempre que según el caso encuentren anonimizados, o dicho tratamiento sea autorizado por la Autoridad de Protección de Datos Personales, previo informe de la Autoridad Sanitaria Nacional (LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES, 2021, p. 18).

2.3.4 Código Orgánico del Ambiente

Art. 139.- Objeto. El presente capítulo tiene por objeto la promoción y la garantía del bienestar animal, a través de erradicar la violencia contra los animales, fomentar un trato adecuado para evitarles sufrimientos innecesarios y prevenir su maltrato, y de aplicar y respetar los protocolos y estándares derivados de instrumentos internacionales reconocidos por el Estado.

La tenencia de animales conlleva la responsabilidad de velar por su bienestar, y su manejo deberá promover una relación armoniosa con los seres humanos (CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, 2017, p. 43).

Art. 144.- De la gestión de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos contarán con las atribuciones de planificación, regulación, control, gestión y coordinación con los entes rectores competentes en los ámbitos de salud, investigación, educación, ambiente y agricultura, de conformidad con las disposiciones de este Código y la ley.

Las atribuciones serán las siguientes:

1. Regular el bienestar animal en la tenencia, crianza, comercialización, reproducción, transporte y eutanasia animal;
2. Crear mecanismos y herramientas para realizar estimaciones estadísticas poblacionales o data censal sobre fauna urbana, dentro de

su jurisdicción, así como para crear y mantener actualizado un registro de establecimientos para animales, organizaciones protectoras de animales y de las personas sancionadas por maltrato animal;

3. Implementar mecanismos para la prevención y control de enfermedades transmisibles entre los animales y las personas;
4. Establecer planes y programas de prevención, manejo y control de poblaciones de animales; campañas informativas y educativas sobre bienestar animal priorizando la educación comunitaria, así como de esterilización y adopción responsable;
5. Crear incentivos que promuevan el cumplimiento de las disposiciones contenidas en este capítulo;
6. Investigar y promover las denuncias ciudadanas sobre casos de maltrato contra animales en su jurisdicción y aplicar sanciones para cada infracción, acorde a los lineamientos de este Capítulo;
7. Diseñar e implementar protocolos de actuación en el rescate y asistencia de animales en casos de catástrofes y emergencias, en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, con los ministerios del ramo competentes, y con la asesoría técnica de representantes de las facultades y escuelas veterinarias;
8. Regular y autorizar los espacios públicos donde se comercialicen animales; y,
9. Las demás que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal y Metropolitano considere necesarias para el cumplimiento del manejo responsable de fauna urbana.

Para el ejercicio de estas atribuciones se contará con el apoyo coordinado de las organizaciones de la sociedad civil y entidades colaboradoras para el cumplimiento de dichos fines (CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, 2017, pp. 44-45).

2.3.5 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación

Artículo 131.- Protección de software.- El software se protege como obra literaria. Dicha protección se da independientemente de que se hayan incorporado en un ordenador y cualquiera sea la forma en que estén expresados, como código fuente; o sea, en forma legible por el ser humano o como código objeto; o sea, en

forma legible por máquina, ya sea sistemas operativos o aplicativos, incluyendo diagramas de flujo, planos, manuales de uso, y aquellos elementos que conformen la estructura, secuencia y organización del programa.

Se excluye de esta protección las formas estándar de desarrollo de software (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2016, p. 29).

Artículo 132.- Adaptaciones necesarias para la utilización de software.-

Sin perjuicio de los derechos morales del autor, el titular de los derechos sobre el software, o el propietario u otro usuario legítimo de un ejemplar del software, podrá realizar las adaptaciones necesarias para la utilización del mismo, de acuerdo con sus necesidades, siempre que ello no implique su utilización con fines comerciales (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2016, p. 29).

Artículo 142.- Tecnologías libres.- Se entiende por tecnologías libres al software de código abierto, los estándares abiertos, los contenidos libres y el hardware libre. Los tres primeros son considerados como Tecnologías Digitales Libres.

Se entiende por software de código abierto al software en cuya licencia el titular garantiza al usuario el acceso al código fuente y lo faculta a usar dicho software con cualquier propósito. Especialmente otorga a los usuarios, entre otras, las siguientes libertades esenciales:

- La libertad de ejecutar el software para cualquier propósito;
- La libertad de estudiar cómo funciona el software, y modificarlo para adaptarlo a cualquier necesidad. El acceso al código fuente es una condición imprescindible para ello;
- La libertad de redistribuir copias; y,
- La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros.

Se entiende por código fuente, al conjunto de instrucciones escritas en algún lenguaje de programación, diseñadas con el fin de ser leídas y transformadas por alguna herramienta de software en lenguaje de máquina o instrucciones ejecutables en la máquina.

Los estándares abiertos son formas de manejo y almacenamiento de los datos en los que se conoce su estructura y se permite su modificación y acceso no imponiéndose ninguna restricción para su uso. Los datos almacenados en formatos

de estándares abiertos no requieren de software propietario para ser utilizados. Estos formatos estándares podrían o no ser aprobados por una entidad internacional de certificación de estándares.

Contenido Libre es el acceso a toda la información asociada al software, incluyendo documentación y demás elementos técnicos diseñados para la entrega necesarios para realizar la configuración, instalación y operación del programa, mismos que deberán presentarse en estándares abiertos.

Se entiende por hardware libre a los diseños de bienes o materiales y demás documentación para la configuración y su respectiva puesta en funcionamiento, otorgan a los usuarios las siguientes libertades otorgan a los usuarios las siguientes libertades:

1. La libertad de estudiar dichas especificaciones, y modificarlas para adaptarlas a cualquier necesidad;
2. La libertad de redistribuir copias de dichas especificaciones; y
3. La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros.

El Estado en la adquisición de bienes o servicios incluidos los de consultoría de tecnologías digitales, preferirá la adquisición de tecnologías digitales libres. Para el caso de adquisición de software se observará el orden de prelación previsto en este código (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2016, pp. 30-31).

Artículo 151.- Libre elección de software.- Los usuarios tienen derecho a la libre elección del software en dispositivos que admitan más de un sistema operativo. En dispositivos que no admitan de fábrica, más de un sistema operativo, podrán ofrecerse solo con el sistema instalado de fábrica.

En la compra de computadores personales y dispositivos móviles, los proveedores estarán obligados a ofrecer al usuario alternativas de software de código cerrado o software de código abierto, de existir en el mercado. Se deberá mostrar por separado el precio del hardware y el precio de las licencias (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2016, p. 32).

2.3.6 Constitución de la República del Ecuador

Art. 277.- Para la consecución del buen vivir, serán deberes generales del Estado:

6. Promover e impulsar la ciencia, la tecnología, las artes, los saberes ancestrales y en general las actividades de la iniciativa creativa comunitaria, asociativa, cooperativa y privada (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2021, pp. 134-135).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la Investigación

El desarrollo del aplicativo de detección de fracturas en perros en la clínica veterinaria "Garras y Patas" requirió de un enfoque de investigación cualitativo. Este enfoque permitió a los investigadores sumergirse en la complejidad del problema de la detección de fracturas a través de técnicas como entrevistas y observación participante. De esta manera, se obtuvo información detallada de las complicaciones que pueden llegar a ocurrir al momento de diagnosticar una fractura en radiografías de perros y las necesidades de los usuarios.

Esta información fue invaluable para el diseño y desarrollo de un aplicativo intuitivo, fácil de usar y que responda a las expectativas de la clínica objetivo. Además, permitió evaluar la usabilidad y la satisfacción del aplicativo una vez desarrollado, identificando áreas de mejora y asegurando que el producto final cumpla con requerimientos analizados.

3.1.1 Tipo de investigación

Dentro del proyecto se utilizó la investigación aplicada y documental dado que complementan de manera estratégica al enfoque cualitativo, aportando herramientas y metodologías para resolver el problema de la detección de fracturas en perros y desarrollar un aplicativo efectivo.

3.1.1.1. Investigación aplicada.

La investigación aplicada se enfocó en la creación del aplicativo web y móvil para la detección de fracturas en extremidades inferiores de perros mediante el uso de aprendizaje automático. Se abordaron aspectos prácticos y técnicos que incluyen:

- **Implementación del modelo de aprendizaje automático:** Se utilizó el modelo YOLO (You Only Look Once) específicamente ajustado para identificar fracturas en imágenes de rayos X. En el cual se utilizaron imágenes recolectadas de clínicas veterinarias para ajustar el modelo.
- **Pruebas y evaluación:** Se realizaron pruebas exhaustivas del aplicativo en un entorno controlado, utilizando imágenes reales de rayos X proporcionados por la clínica veterinaria.
- **Implementación del sistema:** Los modelos validados se integraron en el aplicativo web y móvil, asegurando que los usuarios puedan cargar

imágenes radiológicas y recibir resultados precisos sobre la presencia o ausencia de fracturas.

3.1.1.2. Investigación documental.

La investigación documental fue crucial para informar y guiar el desarrollo del proyecto. Se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- **Revisión de la literatura existente:** Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de estudios previos y publicaciones científicas relacionadas con la detección de fracturas mediante técnicas de aprendizaje automático.
- **Identificación de técnicas y algoritmos:** A partir de la revisión documental, se seleccionaron las técnicas y algoritmo más adecuado para el problema específico de la detección de fracturas en perros como lo es YOLO (You Only Look Once) para el aprendizaje automático.

3.1.2 Diseño de la investigación

El desarrollo del aplicativo de detección de fracturas en perros en la Clínica Veterinaria Garras y Patas se basó en un diseño de investigación no experimental para abordar los objetivos del proyecto. Este enfoque se centra en comprender y describir un fenómeno específico sin manipular variables independientes ni observar sus efectos en variables dependientes.

En este contexto, el diseño de investigación no experimental se utilizará para profundizar en las dificultades que enfrentan los veterinarios al diagnosticar fracturas en radiografías de perros. Además, permitió recopilar información sobre las necesidades y preferencias de los usuarios, incluyendo tanto a veterinarios como a dueños de mascotas.

Este enfoque cualitativo, combinado con la investigación aplicada y documental, fue fundamental para identificar algoritmos y técnicas adecuadas para el desarrollo del aplicativo. Además, se empleó para evaluar la usabilidad y la satisfacción del aplicativo una vez desarrollado, asegurando que cumpla con las expectativas y necesidades de los usuarios finales.

3.2 Metodología

Para realizar el proyecto planteado se utilizaron la metodología de desarrollo ágil Extreme Programming (XP) y la metodología de ciencia de datos Knowledge Discovery in Databases (KDD) las cuales ayudaron para el desarrollo del software,

las técnicas de análisis de datos y la implementación de nuevas tecnologías como el aprendizaje automático.

3.2.1 Metodología de Programación Extrema

Extreme Programming (XP) es una metodología ágil utilizada principalmente para el desarrollo de software. Su enfoque se centra en la mejora continua de la calidad del software y la capacidad de respuesta a los cambios mediante iteraciones frecuentes (Raeburn, 2024). A continuación, se detalla cómo se aplicó la metodología en el proyecto.

3.2.1.1. Fases de la metodología XP

La metodología XP se utiliza principalmente para proyectos de desarrollo de software y es una de las muchas metodologías ágiles. Con XP, se construyó un producto muy ajustado a los requisitos del cliente, que pudieron ir variando a lo largo del desarrollo. La metodología XP consta de cinco fases: planificación, diseño, codificación, pruebas y lanzamiento. A continuación, se detalla la implementación de cada una de estas fases en el proyecto.

3.2.1.1.1. Fase de Planificación.

En la fase de planificación de XP, se establecieron los objetivos del proyecto como realizar las entrevistas en la Clínica Veterinaria para identificar los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo.

3.2.1.1.2. Fase de Diseño.

El diseño del aplicativo basado en XP se realizó de manera incremental y evolutiva, asegurando que el sistema sea intuitivo y adaptable, en esta fase se implementaron herramientas de desarrollo web como, HTML, Python, PHP y las bibliotecas de Python de aprendizaje automático, para esto se toman en cuenta los diagramas de caso de uso, diagrama de actividad, los diagramas de flujos de datos nivel 0 y 1 y para el diseño de la base se creó un modelo relacional para determinar cuántas tablas tendrá la base de datos y determinar los módulos del sistema.

Diagrama de flujo de datos.

Un diagrama de flujo de datos ayuda a diseñar o realizar el flujo de un sistema mostrando los pasos del proceso que se realiza en él (véase Anexo N°9:). Gómez et al. (2019) comentan que son representaciones que visualizan el flujo de los datos a través de la organización de los datos y las salidas que tienen los mismos. Su principal carencia radica en que no representa materiales, recursos humanos y otros que se relacionan con el proceso del negocio.

Estos son útiles para demostrar como la información se desplaza a través de una organización. Es fundamental utilizar herramientas y métodos adicionales para fijarse en todos los elementos que intervienen en el proceso empresarial, incluyendo los recursos materiales y humanos como: el veterinario y propietario que son los actores que intervienen en el flujo.

Modelo relacional.

El modelo relacional se fundamenta en la organización de datos en tablas o relaciones, donde cada tabla representa una entidad o un conjunto de entidades interrelacionadas (véase Anexo N°14:). Cada tabla se compone de columnas, que son los atributos que definen las características de los datos, y de filas, que son las tuplas que representan los valores de esos atributos para cada entidad. Gómez et al. (2019) dicen que es un modelo de red utilizado para describir un alto nivel de abstracción en la distribución de datos almacenados en un sistema. Los diagramas entidad relación, se centran en los datos y sus interrelaciones, por lo que no representan otros elementos de un proceso.

El modelo relacional es el diseño de la base de datos, que proporciona una representación visual de los campos y las relaciones entre las tablas. Este diseño es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema web de detección de fracturas en la Clínica Veterinaria "Garra y patas".

3.2.1.1.3. Diseño Intuitivo.

Se adoptó un diseño intuitivo que cumplió con los requisitos propuestos sin añadir complejidad innecesaria. Eso incluyó la definición de interfaces claras y sencillas para la entrada de imágenes de rayos X y la visualización de los resultados de la detección.

3.2.1.2. Fase de Codificación.

Durante esta fase, se trabajó en la escritura del código necesario para implementar los requerimientos identificados en la planificación. Además, se realizó la práctica de la programación en parejas para garantizar la calidad del código y facilitar la detección temprana de errores.

3.2.1.3. Fase de Prueba

Las pruebas se llevaron a cabo de manera continua a lo largo del proceso de desarrollo. Se realizaron pruebas unitarias, de integración y de aceptación para verificar el funcionamiento del aplicativo y asegurar que cumple con los requisitos definidos en la planificación.

3.2.1.4. Fase de Lanzamiento

El lanzamiento del aplicativo se realizó de manera incremental, con entregas frecuentes de nuevas funcionalidades a medida que se completan las iteraciones las cuales fueron cuatro y se detallan en el cronograma de actividades. Esto permitió obtener retroalimentación temprana de los usuarios de la Clínica y realizar ajustes según fue necesario para mejorar la calidad y la satisfacción del usuario.

Este enfoque de Programación Extrema facilitó la entrega y la mejora continua del aplicativo de detección de fracturas en perros, permitiendo adaptarse rápidamente a los cambios y garantizando la calidad del aplicativo.

3.2.2 Metodología de Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos (KDD)

La metodología de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD, por sus siglas en inglés) es un proceso integral utilizado para identificar patrones significativos y útiles en grandes conjuntos de datos (Salud Electrónica, 2021; Yanez Guarecuco, 2023). En el contexto de un software diseñado para detectar fracturas en perros, esta metodología se aplica mediante varias etapas clave mencionadas a continuación.

3.2.2.1. Selección de datos.

En esta etapa, se seleccionaron cuidadosamente los datos relevantes para el análisis, incluyendo imágenes de rayos X y otros datos médicos de los perros, como su edad, peso, entre otros. Estos datos se eligieron de manera que sean representativos y completos para garantizar resultados precisos en la detección de fracturas.

3.2.2.2. Preprocesamiento de datos.

Una vez recopilados los datos, se realizó un preprocesamiento para limpiar y normalizar la información. Esto incluyó la eliminación de datos incompletos o erróneos, así como la estandarización de formatos para asegurar la consistencia y calidad de los datos.

3.2.2.3. Transformación de datos.

En esta etapa, los datos, en este caso imágenes, preprocesados se transformaron y se prepararon para su análisis mediante técnicas como la reducción de dimensionalidad y la selección de características relevantes. Esto ayudó a mejorar la eficiencia y efectividad del proceso de minería de datos.

3.2.2.4. Minería de datos avanzada.

La fase de minería de datos avanzada implicó el uso de algoritmos avanzados de aprendizaje automático y técnicas de reconocimiento de patrones para analizar las imágenes radiológicas y detectar posibles fracturas. Los algoritmos fueron entrenados utilizando conjuntos de imágenes etiquetadas, donde las imágenes fueron previamente analizadas y clasificadas por expertos veterinarios.

3.2.2.4.1. Evaluación de patrones.

Durante esta subetapa, se evaluaron los patrones identificados en las imágenes de radiológicas para determinar la presencia de fracturas óseas. Se utilizaron medidas de evaluación de la calidad del modelo para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.2.2.4.2. Interpretación y utilización del conocimiento.

Una vez identificados los patrones relevantes, se procedió a interpretar y evaluar los resultados y utilizar el conocimiento extraído para mejorar el proceso de detección de fracturas en perros. Esto implicó ajustes en los algoritmos o en el proceso de análisis para aumentar la precisión y eficacia del sistema.

La implementación exitosa de la metodología KDD en este contexto no solo agilizó y mejoró la precisión en la detección de fracturas en perros, sino que también fue una herramienta valiosa para los veterinarios, permitiéndoles ofrecer diagnósticos más rápidos y efectivos, mejorando así el bienestar de los animales.

3.2.3 Recolección de datos

Se necesitó recopilar información dentro del sistema para entender los temas que se abordaron en el proyecto. Para esto, se emplearon varios métodos, técnicas y recursos, los cuales se describirán a continuación.

3.2.3.1. Recursos.

3.2.3.1.1. Recursos humanos.

Los recursos humanos que intervinieron son los siguientes: autores del proyecto, docente tutor, propietaria de la veterinaria y el experto en traumatología de la veterinaria (véase Tabla 4).

3.2.3.1.2. Recursos bibliográficos.

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron datos extraídos de distintas fuentes, entre ellas libros, artículos científicos, informes, sitios web y páginas oficiales del Gobierno del Ecuador (véase Tabla 3).

3.2.3.1.3. Recursos tecnológicos.

Se utilizaron recursos tecnológicos tanto de software como de hardware los cuales ayudaron con la implementación del aplicativo de detección de fracturas (véase Tabla 1 y Tabla 2).

3.2.3.2. Materiales.

Los materiales que se utilizaron para el proceso de desarrollo del software son:

- Equipos de radiología para la extracción de imágenes radiológicas.
- Imágenes radiológicas de fracturas en extremidades inferiores de perros.

3.2.3.3. Métodos y técnicas.

Los métodos y técnicas implementados van de la mano con el tipo de investigación seleccionado la cual es la investigación aplicada, utilizando así método analítico, técnicas de entrevista y ficha de observación.

3.2.3.3.1. Método analítico.

El método analítico se utilizó dentro del proyecto ya que fue de utilidad al realizar el análisis de las entrevistas y la ficha de observación para determinar las funcionalidad y requerimientos que debe tener el aplicativo.

3.2.3.3.2. Técnica de la entrevista.

Para la recopilación de información dentro del proyecto se utilizó la técnica de la entrevista la cual permitió obtener datos relevantes para el desarrollo del proyecto, en ésta se incluyeron preguntas referentes a las fracturas y a su relación con el aplicativo (véase Figura 9 y Anexo N°2:).

Adicionalmente, se realizó una entrevista a una trabajadora de la Clínica para tener conocimiento del manejo del establecimiento y poder realizar visitas constantes al lugar (véase Figura 10 y Anexo N°2:).

3.2.3.3.3. Técnica de observación.

Como técnica de recopilación deductiva se realizó una ficha de observación para determinar si se tiene de manera sistematizada los procesos dentro de la Clínica Veterinaria (véase Tabla 7).

3.2.3.3.4. Presupuesto.

A continuación, se muestra a detalle el presupuesto determinado para cumplir con los objetivos del proyecto, el cual será destinado para el desarrollo e

implementación del sistema web y móvil en la Clínica Veterinaria “Garras y Patas” (véase Tabla 6).

3.2.4 Análisis estadístico

Mediante técnicas de entrevista y ficha de observación realizada al especialista y a un trabajador de la Clínica Veterinaria “Garras y Patas” se logró realizar la obtención de información sobre las actividades administrativas.

Se realizó una primera entrevista a la especialista de la Clínica, la Dra. Juliana Lúa Peralta, MVZ., para obtener información detallada sobre las fracturas, su tratamiento, qué las causa y cómo se pueden prevenir (véase Anexo N°2:). De esta entrevista se obtuvo información relevante como los tipos más comunes de fracturas en perros, el proceso de diagnóstico de una fractura y las opciones de tratamiento para fracturas. Con esta información se tiene la noción la integrar funciones como el correcto entrenamiento del algoritmo para el reconocimiento y clasificación de las fracturas y proporcionar recomendaciones de tratamiento basadas en cada tipo de fractura.

La segunda entrevista fue realizada a una trabajadora de la Clínica para obtener información sobre el funcionamiento del establecimiento y determinar el horario en que se pueda asistir a realizar observaciones o pruebas del software (véase Anexo N°2:). De esta entrevista se obtuvo información para cómo se gestiona el establecimiento y si usan algún software de gestión. Por lo que, gracias a esto, se desarrollará e implementará un sistema intuitivo pero que a su vez sea eficiente para la gestión de las consultas relacionadas a las fracturas.

Por otra parte, con la ficha de observación nos permitió obtener información sobre los procesos que se realizan dentro de la clínica, tanto para la atención de consultas como para cuando llega un paciente con fractura (véase Tabla 7). De esta observación se pudo obtener información sobre la estructura organizacional que tiene la Clínica al momento de atender una fractura y cómo se lleva el caso clínico de inicio a fin.

Además, con el objetivo de verificar la efectividad del software desarrollado, se aplicó una metodología basada en el análisis de las métricas derivadas de matrices de confusión. Las matrices de confusión son herramientas fundamentales para evaluar el rendimiento de modelos de clasificación en aprendizaje automático. Proveen una visión detallada del comportamiento del clasificador al comparar las predicciones del modelo con los valores reales. A partir de esta matriz se derivan

métricas clave como la exactitud, precisión, sensibilidad, especificidad y el F1-score, entre otras. En estas pruebas se evalúan los verdaderos positivos (VP), verdaderos negativos (VN), falsos positivos (FP) y falsos negativos (FN). Estas métricas permiten identificar aciertos y errores del modelo, facilitando su ajuste y mejora en escenarios reales (Swaminathan y Tantri, 2024).

Para evaluar el rendimiento del algoritmo de detección se emplearon las pruebas de exactitud $\left(\frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}\right)$, donde se calcula proporción de predicciones correctas respecto al total de imágenes evaluadas; pruebas de precisión $\left(\frac{VP}{VP+FP}\right)$, donde se calcula la proporción de verdaderos positivos sobre el total de elementos que el modelo predijo como positivos; pruebas de sensibilidad $\left(\frac{VP}{VP+FN}\right)$, donde se mide la capacidad del modelo para determinar correctamente los casos positivos reales; pruebas de puntaje F1 $\left(2 \times \frac{Precisión \times Sensibilidad}{Precisión + Sensibilidad}\right)$, donde se mide la media armónica entre precisión y sensibilidad, la cual se utiliza como métrica combinada cuando se necesita equilibrar ambos aspectos.

Las pruebas se la realizaron utilizando como muestra el 30% de las imágenes recolectadas cada mes, lo cual garantiza que se realizaron sobre un subconjunto representativo, pero no visto de las imágenes entrenadas. El desempeño se evaluó en base a los cuatros puntos principales, siendo los porcentajes de precisión para el reconocimiento de imágenes radiográficas (véase Tabla 14), identificación de extremidades inferiores (véase Tabla 15), detección de fracturas (véase Tabla 16) y el reconocimiento de imágenes que no son radiografías (véase Tabla 17).

Cada prueba fue evaluada mensualmente, observándose una mejora progresiva en todas las métricas, lo cual refleja la efectividad del entrenamiento continuo y del ajuste del modelo a medida que se incrementó la cantidad y calidad de los datos.

4. RESULTADOS

4.1 Identificación de las características anatómicas e imágenes radiológicas relevantes para la detección precisa de fracturas en perros que acudan a la Clínica Veterinaria "Garras y Patas", mediante revisión exhaustiva de referencias bibliográficas y consultas con profesionales veterinarios

En este apartado se abordó la identificación de las características anatómicas e imágenes radiológicas relevantes para la detección precisa de fracturas en perros que acudieron a la Clínica Veterinaria Garras y Patas. A partir del análisis de los 2500 casos observados durante los primeros cinco meses de recolección (véase Tabla 10 y Tabla 11), se alcanzó una comprensión detallada de los patrones anatómicos predominantes y de las necesidades diagnósticas específicas en estos casos.

Se identificaron como zonas anatómicas claves para el análisis las extremidades inferiores, principalmente radio, cúbito, fémur y tibia, dado que son las áreas de mayor incidencia de fracturas ya sea por impacto o por caída. Estas zonas se las puede identificar porque muestran líneas óseas claras y de gran longitud en las radiografías, lo cual facilita la detección automatizada.

Los resultados mostraron que las fracturas completas representaron el 84,28% de los 2500 casos observados inicialmente, mientras que las fracturas incompletas constituyeron el 15,72%. Esto permitió establecer que la mayor parte de los esfuerzos diagnósticos debía enfocarse en las fracturas completas, ya que estas correspondieron a la gran mayoría de los casos atendidos. Dentro de estas, las fracturas oblicuas destacaron como las más frecuentes, alcanzando un 48,93%, seguidas por las fracturas transversales con un 41,91% y, en menor proporción, las conminutas con un 9,16%.

En el caso de las fracturas oblicuas, se determinó que su identificación dependía de imágenes radiológicas capaces de evidenciar los ángulos y longitudes irregulares característicos de este tipo de fractura. Las fracturas transversales, por otro lado, requirieron imágenes que resaltaran las líneas de fractura perpendiculares al eje del hueso, mientras que las fracturas conminutas demandaron técnicas avanzadas para identificar los múltiples fragmentos óseos dispersos en la zona afectada. Este análisis facilitó la identificación de las características clave que debían ser consideradas en el procesamiento radiológico para optimizar el diagnóstico.

Además, se estableció que las imágenes radiológicas, al ser el principal medio de diagnóstico en este contexto, jugaron un papel crucial en la identificación y clasificación de los subtipos de fracturas. Las herramientas utilizadas, en conjunto con modelos avanzados de aprendizaje automático, como YOLO, permitieron analizar y detectar fracturas de manera más precisa y eficiente, asegurando que se lograran diagnósticos más oportunos y confiables. Estas tecnologías también facilitaron la clasificación automática de los subtipos de fracturas observados, lo que fue esencial para reducir los tiempos de atención.

4.2 Entrenamiento del modelo de aprendizaje automático para el análisis de imágenes radiológicas de extremidades inferiores de perros

El entrenamiento del modelo de aprendizaje automático para el análisis de imágenes radiológicas de extremidades inferiores de perros se llevó a cabo progresivamente durante varios meses, alcanzando resultados significativos en términos de precisión y efectividad del sistema. Este proceso, basado en redes neuronales convolucionales y técnicas avanzadas como YOLO, estuvo orientado a cumplir con el objetivo de mejorar el reconocimiento y clasificación de fracturas en radiografías veterinarias.

Durante el período de mayo de 2024 a enero de 2025, se entrenaron progresivamente distintos conjuntos de imágenes, ajustando el modelo para optimizar su desempeño. Inicialmente, en mayo de 2024, el modelo entrenado con 985 imágenes logró una precisión del 51% en el reconocimiento general de radiografías y un 38% en el análisis específico de extremidades inferiores. Sin embargo, conforme avanzó el entrenamiento, se observó un aumento consistente en la capacidad del modelo para identificar patrones anatómicos relevantes y clasificar fracturas con mayor exactitud (véase Tabla 13).

En septiembre de 2024, con 3,272 imágenes adicionales, el modelo ya alcanzaba un 76% de precisión en el reconocimiento de radiografías y un 60% en extremidades inferiores, mientras que, en diciembre del mismo año, después de entrenar 2,403 imágenes adicionales, se lograron niveles de precisión sobresalientes: 96% en el reconocimiento general de radiografías, 93% en el análisis de extremidades inferiores y un 93% en la identificación específica de fracturas. Estos resultados reflejan no solo la efectividad del modelo en la detección, sino también la capacidad de adaptación y aprendizaje basada en un conjunto de datos diverso y representativo (véase Tabla 13).

En enero de 2025, con 380 imágenes adicionales entrenadas, el modelo alcanzó su máxima precisión hasta el momento, logrando un 98% en el reconocimiento general de radiografías, un 97% en extremidades inferiores y un 95% en la identificación de fracturas. Este progreso demuestra la importancia de un entrenamiento continuo, así como la necesidad de integrar imágenes de calidad que representen diferentes tipos de fracturas y escenarios anatómicos para garantizar un desempeño robusto del modelo (véase Tabla 13).

El proceso también incluyó la evaluación de imágenes que no correspondían a radiografías, obteniendo precisiones iniciales del 39% en mayo de 2024, que aumentaron hasta un 90% en enero de 2025. Este resultado es fundamental para evitar errores de clasificación y garantizar que el modelo pueda discriminar adecuadamente entre imágenes relevantes y no relevantes para el diagnóstico (véase Tabla 13).

4.3 Desarrollo del aplicativo web y móvil utilizando herramientas de código abierto, integrando el modelo de inteligencia artificial de aprendizaje automático diseñado para la detección de fracturas en perros

El desarrollo del aplicativo web y móvil se llevó a cabo utilizando un enfoque basado en herramientas de código abierto y lenguajes de programación robustos, garantizando una solución tecnológica eficiente y escalable para la detección de fracturas en perros. Este proceso permitió integrar el modelo de inteligencia artificial de aprendizaje automático con funcionalidades orientadas al usuario, cumpliendo con el objetivo de ofrecer un sistema accesible, rápido y de alta precisión en la Clínica Veterinaria Garras y Patas.

El framework Bootstrap fue empleado para diseñar una interfaz web responsiva y amigable, asegurando que el aplicativo pudiera ser utilizado tanto en dispositivos móviles como en computadoras de escritorio. Este framework permitió crear un diseño moderno y funcional, con componentes reutilizables que facilitaron el desarrollo rápido de elementos visuales como formularios de carga de imágenes radiológicas, paneles de resultados y tablas interactivas.

El lenguaje PHP se utilizó en el backend del aplicativo, permitiendo gestionar la lógica del sistema, manejar las solicitudes de los usuarios y comunicarse con la base de datos MySQL. PHP fue crucial para implementar la autenticación de usuarios, la validación de datos y las operaciones CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar) relacionadas con las imágenes radiológicas y los registros de pacientes.

Además, su integración con MySQL garantizó una gestión eficiente de la información almacenada, incluyendo datos de pacientes, imágenes procesadas y resultados de diagnóstico.

El uso de JavaScript potenció la interactividad del aplicativo, permitiendo una experiencia más dinámica para los usuarios. Con la ayuda de esta tecnología, se implementaron funciones como la previsualización de imágenes antes de su análisis, la actualización en tiempo real de los resultados y la navegación fluida entre los distintos módulos del sistema.

En el desarrollo de la aplicación móvil, se utilizó el lenguaje Java junto con la API Retrofit, lo que permitió la conexión del aplicativo móvil con el servidor web. Retrofit facilitó la implementación de solicitudes HTTP para sincronizar los datos entre el sistema central y la aplicación móvil, garantizando que los usuarios pudieran cargar imágenes y visualizar resultados en tiempo real desde sus dispositivos móviles.

En el procesamiento y análisis de las imágenes radiológicas, se integraron las librerías de Python OpenCV y Torch. OpenCV fue empleada para realizar el preprocesamiento de las imágenes, mejorando su calidad y destacando las áreas relevantes para el análisis, como bordes y contrastes. Por su parte, Torch permitió implementar y ejecutar el modelo de aprendizaje automático para la detección de fracturas, aprovechando su capacidad para manejar cálculos en tiempo real y procesar grandes volúmenes de datos. Este modelo, previamente entrenado, fue optimizado para identificar y clasificar fracturas con alta precisión.

La base de datos MySQL sirvió como el núcleo del sistema, almacenando de manera organizada toda la información relacionada con los usuarios, pacientes y resultados de análisis. Su estructura relacional permitió realizar consultas eficientes y asegurar la integridad de los datos, facilitando tanto la gestión operativa como la generación de reportes clínicos.

En conjunto, estas herramientas y tecnologías permitieron desarrollar un aplicativo completo que integra diseño, funcionalidad y precisión diagnóstica. El sistema web y móvil resultante no solo agilizó el proceso de análisis radiológico en la clínica veterinaria, sino que también mejoró la experiencia de los usuarios, asegurando que los diagnósticos fueran más rápidos, confiables y accesibles desde cualquier dispositivo.

Como resultado del desarrollo del sistema para la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”, se logró implementar una plataforma completa compuesta por una aplicación web y una aplicación móvil, orientadas a mejorar la eficiencia del diagnóstico y la gestión clínica. En la parte web, el sistema permite visualizar estadísticas en tiempo real, como el total de fracturas analizadas, el número de fracturas detectadas y la cantidad de nuevos clientes registrados en la clínica. Cuenta con un módulo completo de análisis radiográfico, el cual permite al usuario cargar imágenes, preprocesarlas, analizarlas y generar reportes diagnósticos detallados. En cuanto a la gestión de datos, la plataforma ofrece formularios CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar) para administrar mascotas, especies, razas y clientes. Los usuarios con rol de administrador pueden acceder además al módulo de gestión operativa, donde se administra el personal, sus especialidades, roles y permisos dentro del sistema. También se incluye un apartado de perfil de usuario para personalizar y controlar el acceso.

La aplicación móvil fue diseñada para brindar una experiencia simplificada pero funcional, permitiendo al personal veterinario consultar el listado de mascotas, el listado de clientes, revisar las imágenes asociadas a cada mascota y realizar la carga de nuevas imágenes radiográficas desde el dispositivo móvil, facilitando el uso en campo o durante la atención clínica.

El sistema fue entrenado y validado con un conjunto total de 7040 imágenes recopiladas durante el periodo de observación, donde se analizaron más de 2500 casos clínicos reales. Gracias al uso de modelos de detección automática como YOLO, se logró alcanzar una precisión del 95% en la detección de fracturas y del 97% en la identificación de extremidades inferiores, permitiendo brindar diagnósticos rápidos y confiables. Esta solución no solo mejora la precisión en el análisis radiográfico, sino que también optimiza la gestión clínica y administrativa de la veterinaria, consolidándose como una herramienta efectiva para la atención integral de mascotas.

5. DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos refleja el progreso significativo alcanzado en el desarrollo de un modelo de aprendizaje automático y su integración en un aplicativo web y móvil, diseñado para mejorar el diagnóstico de fracturas en perros en la Clínica Veterinaria "Garras y Patas". Este proyecto no solo mostró avances en términos de precisión diagnóstica, sino también en la accesibilidad y funcionalidad del sistema mediante la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas.

El modelo desarrollado logró alcanzar precisiones del 97% en el análisis de fracturas en extremidades inferiores y del 95% en la identificación específica de fracturas, resultados que destacan significativamente en comparación con los reportados en estudios previos. Por ejemplo, Jung et al. (2024) reportaron sensibilidades y especificidades del 92% y 91%, respectivamente, al usar técnicas de aprendizaje profundo en radiografías veterinarias. En contraste, nuestro modelo, entrenado progresivamente con imágenes de alta calidad, demostró ser capaz de superar estos valores, destacando el impacto de una mayor diversidad en los datos de entrenamiento y de un ajuste continuo en los parámetros del sistema.

En términos de funcionalidad, el desarrollo del aplicativo web y móvil marcó un hito en la integración del modelo con herramientas prácticas para los usuarios. Utilizando tecnologías como PHP, MySQL y JavaScript en el backend, se creó una plataforma robusta capaz de manejar solicitudes de análisis de imágenes y presentar resultados en tiempo real. Además, el uso de Bootstrap permitió desarrollar una interfaz web amigable y responsiva, mientras que el aplicativo móvil, construido con Java y Retrofit, facilitó la conectividad con el servidor y permitió a los veterinarios cargar imágenes y recibir diagnósticos directamente en sus dispositivos.

Por otro lado, el procesamiento y análisis de imágenes se enriqueció con la implementación de las librerías OpenCV y Torch en Python, que optimizaron tanto el preprocesamiento de imágenes como la ejecución del modelo de aprendizaje automático. Estos avances aseguraron que el sistema pudiera manejar grandes volúmenes de datos y ofrecer resultados precisos, incluso en casos complejos como las fracturas conminutas.

Comparando estos avances con los de Baydan et al. (2021), nuestro sistema mostró un progreso notable. Mientras que estos autores destacaron la efectividad

de modelos como Mask R-CNN en la identificación de fracturas, con precisiones de hasta 87,8% y tiempos de procesamiento promedio de 2,88 segundos, nuestro modelo no solo alcanzó una mayor precisión, sino que también integró funcionalidades adicionales, como la gestión interactiva de imágenes mediante Fabric.js.

El desarrollo del aplicativo web y móvil no solo contribuyó a mejorar la accesibilidad de los diagnósticos, sino que también demostró ser una herramienta innovadora para los veterinarios, quienes ahora cuentan con un sistema integrado capaz de procesar imágenes, clasificar fracturas y proporcionar resultados en tiempo real. Este avance no solo refuerza la eficiencia del diagnóstico clínico, sino que también posiciona a la Clínica Veterinaria "Garras y Patas" como un referente en el uso de tecnologías de inteligencia artificial aplicadas a la medicina veterinaria.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La identificación exhaustiva de las características anatómicas y las imágenes radiológicas necesarias para la detección de fracturas ha permitido establecer un marco sólido para el entrenamiento del modelo de inteligencia artificial. Este análisis detallado, basado en referencias científicas y consultas con expertos veterinarios, asegura que el sistema esté diseñado para responder a las necesidades específicas de diagnóstico en extremidades inferiores de perros, garantizando mayor precisión y fiabilidad.

El modelo desarrollado demuestra la capacidad de las tecnologías de aprendizaje automático para analizar imágenes radiológicas de manera rápida y precisa. El uso de técnicas avanzadas como YOLO asegura que el sistema pueda identificar fracturas con alta sensibilidad y especificidad, marcando un avance significativo en la medicina veterinaria asistida por tecnología. Durante las pruebas, se alcanzó un 95% de precisión en la detección de fracturas y un 97% en la identificación anatómica de extremidades inferiores, gracias al entrenamiento con 7040 imágenes. Además, se evidenció una reducción considerable en los tiempos de diagnóstico en comparación con métodos exclusivamente manuales.

La integración del modelo de inteligencia artificial en un aplicativo web y móvil ofrece una solución práctica y accesible para el personal veterinario. Este desarrollo no solo mejora la eficiencia en la detección de fracturas, sino que también optimiza la gestión de operaciones dentro de la clínica. La inclusión de herramientas de gestión de usuarios, mascotas y clientes refuerza la utilidad del sistema, convirtiéndolo en una herramienta integral para la administración clínica y la atención al cliente.

6.2 Recomendaciones

Es pertinente implementar un sistema de retroalimentación dentro del aplicativo que permita a los veterinarios validar los resultados generados. De esta manera, el modelo no solo ofrece un análisis automático, sino que también recoge información valiosa para seguir perfeccionando la detección de fracturas y fortalecer la confianza de los profesionales en su uso diario.

Para mejorar aún más la precisión del modelo, se sugiere la recolección continua de imágenes radiológicas. Esto permitirá que, a futuro, se siga entrenando

algoritmo para que sea más robusto y la capacidad de adaptarse a nuevas variaciones en las fracturas que puedan surgir en la práctica veterinaria.

Se aconseja que las radiografías tomadas mediante la aplicación móvil correspondan a imágenes radiográficas con una calidad mínima de entre 2 y 3 megapíxeles. No se aconseja el uso de imágenes extraídas de internet, ya que suelen presentar baja resolución y falta de claridad, lo que puede afectar negativamente la precisión del análisis automático.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Açış, B., Sert, M., Güney, S., & Cangöz, G. B. (2023). Detection of Fractures in Dogs' Long Bones. *2023 33rd International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/RADIOELEKTRONIKA57919.2023.10109031>
- American College of Veterinary Surgeons. (2023). *Fracturas de las Extremidades*. <https://www.acvs.org/es/small-animal/fractured-limbs/>
- Axón Vet. (2021). *Consideraciones de casos de trauma*. <https://axoncomunicacion.net/consideraciones-de-casos-de-trauma/>
- Baydan, B., Barişçi, N., & Ünver, H. M. (2021). Determining the location of tibial fracture of dog and cat using hybridized mask r-cnn architecture. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(3), 347-353. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.25486>
- Baydan, B., & Ünver, H. M. (2021). Detection of tibial fractures in cats and dogs with deep learning. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68(3), 283-290. <https://doi.org/10.33988/auvfd.772685>
- Bhatnagar, A., Kekatpure, A. L., Velagala, V. R., & Kekatpure, A. (2024). A Review on the Use of Artificial Intelligence in Fracture Detection. *Cureus*, 16(4), e58364. <https://doi.org/10.7759/cureus.58364>
- Celniak, W., Wodziński, M., Jurgas, A., Burti, S., Zotti, A., Atzori, M., Müller, H., & Banzato, T. (2023). Improving the classification of veterinary thoracic radiographs through inter-species and inter-pathology self-supervised pre-training of deep learning models. *Scientific Reports*, 13(1), 19518. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46345-z>
- Cleverpy. (2024). *¿Qué es PyTorch?* <https://cleverpy.com/que-es-pytorch-y-como-se-instala/>
- Clínica Veterinaria del Mar. (2017). *Fracturas en perros: el caso clínico veterinario de Query*. <https://veterinariadelmar.com/project/fracturas-en-perros-veterinarios-barcelona-2/>
- CÓDIGO CIVIL (2013). <https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2015/06/Codigo-Civil1.pdf>
- CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (2016). <https://lotaip.ikiam.edu.ec/ikiam2019/abril/anexos/Mat%20A2->

- Base_Legal/codigo_organico_de_la_economia%20social_de_los_conocimientos_creatividad_e_innovacion.pdf
- CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (2017). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 449 (2021). https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Currie, A. J., & Meeson, R. (2022). Demography, management and outcomes of canine physeal fractures (103 cases). *Veterinary Record*, 191(12), e2279. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/vetr.2279>
- Gemmill, T. J., & Clements, D. N. (2016). *BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management* (2.^a ed.). British Small Animal Veterinary Association.
- Ginés, A. (2020). *Galería de imágenes de Traumatología*. <https://www.clinvetpeqanim.com/index.php?pag=articulo&art=176>
- Gómez, K., Gálvez, Daniel, & Ferreira, G. (2019). Procesos de negocio en la gestión empresarial. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 2(3), 99-111. <https://doi.org/https://doi.org/10.62452/cdw3nd71>
- Hospital Veterinaria Animal Home. (2020). *FRACTURAS EN PERROS Y GATOS*. <https://www.animalhome.com.mx/fracturas-en-perros-y-gatos-cirugia-mexico/>
- Huerga, D. (2024). *Clasificación de fracturas en perros y gatos: guía para veterinarios*. <https://cuasveterinaria.es/blog/clasificacion-fracturas-perros-gatos/#:~:text=Fracturas%20completas%3A%20cuando%20el%20hueso,una%20herida%20en%20la%20piel>
- Huillcen Baca, H. A., Palomino Valdivia, F. de L., & Soria Solís, I. (2022). *Introducción a las Bases de Datos con MySQL* (H. A. Huillcen Baca, Ed.; 1^a). https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=xq5wEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=mysql&ots=ICshACVYVZ&sig=DCpKloRpnXU5rlom9vy8rXldUn4&redir_esc=y#v=onepage&q=mysql&f=false
- Jung, J., Dai, J., Liu, B., & Wu, Q. (2024). Artificial intelligence in fracture detection with different image modalities and data types: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Digital Health*, 3(1), 1-22. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000438>

- Kitamura, G. (2020). Deep learning evaluation of pelvic radiographs for position, hardware presence, and fracture detection. *European Journal of Radiology*, 130, 109139. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109139>
- Koschel, A., Blankschyn, M., Schulze, K., Schöner, D., Astrova, I., & Astrov, I. (2019). RESTfulness of APIs in the Wild. *2019 IEEE World Congress on Services (SERVICES)*, 2642-939X, 382-383. <https://doi.org/10.1109/SERVICES.2019.00114>
- Kraus, K. H., Fox, S. M., Pike, F. S., & Salzer, E. C. (2016). *Small Animal Fracture Repair: a Case-Based Approach*. CRC Press.
- Kuo, R., Harrison, C., Curran, T.-A., Jones, B., Freethy, A., Cussons, D., Stewart, M., Collins, G., & Furniss, D. (2022). Artificial Intelligence in Fracture Detection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Radiology*, 304, 211785. <https://doi.org/10.1148/radiol.211785>
- LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL (2014). <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/Ley-de-Propiedad-Intelectual.pdf>
- LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES (2021). https://www.finanzaspopulares.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/ley_organica_de_proteccion_de_datos_personales.pdf
- Liste Burillo, F. (2010). *Atlas veterinario de diagnóstico por imagen* (I. M. Pampliega, S. P. Monteagudo Franco, & A. Muñoz Gonzáles, Eds.). mcc graphics.
- Mahajan, N., & Khatik, I. (2021). Fracture detection: A quick survey of deep learning models. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 9, 321-325. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5763105>
- Manaswi, N. K. (2018). Understanding and Working with Keras. En *Deep Learning with Applications Using Python: Chatbots and Face, Object, and Speech Recognition With TensorFlow and Keras* (pp. 31-43). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3516-4_2
- Meena, T., & Roy, S. (2022). *Bone Fracture Detection Using Deep Supervised Learning from Radiological Images: A Paradigm Shift* (Vol. 12, Número 10). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102420>

- OrtoCanis. (2020). *Traumatismos en pequeños animales*. <https://www.ortocanis.com/es/content/traumatismos-en-pequenos-animales>
- Paniagüa, J. (2016). *Duque tuvo «Mala Pata»*. <https://www.veterinariaorippo.com/tag/fracturas/>
- Raeburn, A. (2024). *La programación extrema (XP) produce resultados, pero ¿es la metodología adecuada para ti?* <https://asana.com/es/resources/extreme-programming-xp>
- Ramchandani, M., Khandare, H., Singh, P., Rajak, P., Suryawanshi, N., Jangde, A. S., Arya, L., Kumar, P., & Sahu, M. (2022). Survey: Tensorflow in Machine Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2273(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2273/1/012008>
- REDINE. (2019). *Conference Proceedings*.
- RockContent. (2020, abril 12). *Bootstrap: guía para principiantes de qué es, por qué y cómo usarlo*. <https://rockcontent.com/es/blog/bootstrap/>
- Salud Electrónica. (2021). *Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos – KDD*. <https://saludelectronica.com/descubrimiento-de-conocimiento-en-bases-de-datos-kdd/>
- Santaella, J. (2022). *¿Qué es Android Studio?* <https://talently.tech/blog/que-es-android-studio/>
- Sotnik, S., Manakov, V., & Lyashenko, V. (2023). Overview: PHP and MySQL Features for Creating Modern Web Projects. *International Journal of Academic Information Systems Research*, 7(1), 11-17. www.ijeais.org/ijaisr
- Srikar, M., & Malathi, K. (2022). An Improved Moving Object Detection in a Wide Area Environment using Image Classification and Recognition by Comparing You Only Look Once (YOLO) Algorithm over Deformable Part Models (DPM) Algorithm. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(SO4). <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.s04.204>
- Stalin, R., Cruz, G., & Delrieux, C. A. (2023). Aplicación de redes neuronales densas y convolucionales para detección de COVID_19 en imágenes de rayos X. *Conectividad*, 4(2), 19-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.37431/conectividad.v4i2.78>
- SURvet. (2023). *Mi perro cojea: esguinces, fracturas y fisuras óseas*. https://urgenciesveterinaries.com/perro-esguinces-fracturas-fisuras-oseas/#Fracturas_oseas

- Swaminathan, S., & Tantri, R. (2024). Confusion Matrix-Based Performance Evaluation Metrics. *African Journal of Biomedical Research*, 27, 4023-4031.
- Team Servnet. (2020). *Código html: qué es y todo lo que debes saber*. <https://www.servnet.mx/blog/codigo-html-que-es-y-todo-lo-que-debes-saber>
- Tonima, M. A., Hossain, F. M. A., DeHart, A., & Zhang, Y. (2021). Auto-Detection of Tibial Plateau Angle in Canine Radiographs Using a Deep Learning Approach. *2021 IEEE 10th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS)*, 468-472. <https://doi.org/10.1109/DDCLS52934.2021.9455467>
- Wright, I. M. (2022). *Fractures in the Horse*.
- Yanez Guarecuco, E. J. (2023). *Metodologías: KDD, SEMMA y CRISP-DM*. <https://es.linkedin.com/pulse/metodologías-kdd-semma-y-crisp-dm-emil-j-yanez-guarecuco-guyme>

8. ANEXOS

Anexo N°1: Tablas de presupuesto de los recursos del proyecto

Tabla 1.

Recursos tecnológicos de Software

Descripción	Valor Mensual	Meses	Precio Total
Hosting	\$ 3.60	10	\$ 36.00
Dominio	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Android Studio v2023.3.1.18	\$ 0.00	10	\$ 0.00
HTML 5	\$ 0.00	10	\$ 0.00
PHP v8.4	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Bootstrap v5.3	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Python v3.12.4	\$ 0.00	10	\$ 0.00
TensorFlow v2.18	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Torch v2.5.1	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Keras v3.8	\$ 0.00	10	\$ 0.00
OpenCV v4.10	\$ 0.00	10	\$ 0.00
YOLO v8	\$ 0.00	10	\$ 0.00
MySQL v8.0.36	\$ 0.00	10	\$ 0.00
PHPMyAdmin v5.2.1	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Flask v3.1	\$ 0.00	10	\$ 0.00
PHPMailer v6.9.3	\$ 0.00	10	\$ 0.00
XAMPP v8.2.12	\$ 0.00	10	\$ 0.00
JQuery v3.7.1	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Fabric.js v5	\$ 0.00	10	\$ 0.00
TOTAL			\$ 36.00

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 2.**Recursos tecnológicos de Hardware**

Especificaciones	PC N°1
Marca:	HP
Procesador:	Intel(R) Core (TM) i3-2200U CPU @ 2.20GHz 2.19 GHz
Memoria:	8 GB
Sistema Operativo:	Windows 10 Pro
Precio	\$300

Especificaciones	PC N°2
Marca:	AMD
Procesador:	AMD Ryzen 3 3200G with Radeon Vega Graphics 3.60 GHz
Memoria:	32 GB
Sistema Operativo:	Windows 10 Pro
Precio:	\$600

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 3.**Recursos bibliográficos**

Descripción	Valor Mensual	Meses	Precio Total
Libros Digitales	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Artículos de Revistas	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Bibliotecas Virtuales	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Sitios Web	\$ 0.00	10	\$ 0.00
TOTAL			\$ 0.00

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 4.**Recursos humanos**

Descripción	Valor Mensual	Meses	Precio Total
Ing. Paola Grijalva, M. Sc.	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Manzaba Moncada Jeremy Vicente	\$ 460.00	10	\$ 4600.00
Medina Flores Dilan George	\$ 460.00	10	\$ 4600.00
TOTAL			\$ 9200.00

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 5.**Recursos financieros (gastos indirectos)**

Descripción	Precio Mensual	Meses	Precio Total
Luz	\$ 70.00	10	\$ 700.00
Agua	\$ 60.00	10	\$ 600.00
Internet	\$ 50.00	10	\$ 500.00
Transporte	\$ 30.00	10	\$ 300.00
TOTAL			\$ 2100.00

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 6.**Total de recursos**

Descripción	Precio Mensual	Meses	Precio Total
Tecnológicos de SW	\$ 3.60	10	\$ 36.00
Tecnológicos de HW	\$ 90.00	10	\$ 900.00
Bibliográficos	\$ 0.00	10	\$ 0.00
Humanos	\$ 920.00	10	\$ 9200.00
Financieros	\$ 210.00	10	\$ 2100.00
TOTAL			\$ 12236.00

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°2: Instrumentos para recolección de información

Formulario de preguntas para la entrevista al especialista de la Clínica Veterinaria



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA COMPUTACIÓN

Entrevistada: Dra. Juliana Lúa Peralta, MVZ.

Entrevistadores: Manzaba Moncada Jeremy Vicente, Medina Flores Dilan George

Objetivo: Obtener la información necesaria que sirva de ayuda para la elaboración del aplicativo web.

1. ¿Qué diferencia hay entre una fractura y una fisura?
2. ¿Cuáles son los tipos más comunes de fracturas en caninos?
3. ¿Cuáles son los signos y síntomas que pueden indicar una fractura en un perro?
4. ¿Qué razas de perros tienen más predisposición a sufrir fracturas?
5. ¿Cuáles son las causas más comunes de fracturas en perros?
6. ¿Cuál es el proceso de diagnóstico de una fractura en un perro?
7. ¿Cuáles son las opciones de tratamiento para una fractura en un perro?
8. ¿Cómo varía el tratamiento dependiendo del tipo y la ubicación de la fractura?
9. ¿Cuáles son los cuidados posteriores necesarios después de que un perro ha sido tratado por una fractura?
10. ¿Qué tecnologías o herramientas existen actualmente para ayudar en el diagnóstico de fracturas en perros?
11. ¿Cómo podría un software de detección de fracturas en canes ser útil para los veterinarios en su práctica diaria?
12. ¿Qué características o funcionalidades serían importantes en un software de detección de fracturas en perros desde la perspectiva de un veterinario?

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Formulario de preguntas para la entrevista a un trabajador de la Clínica Veterinaria



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA COMPUTACIÓN

Entrevistada: Kiara Villafuerte

Entrevistadores: Manzaba Moncada Jeremy Vicente, Medina Flores Dilan George

Objetivo: Obtener la información necesaria que sirva de ayuda para la realización las pruebas del aplicativo web y las visitas a los establecimientos.

1. ¿Cuál es el horario de atención de la veterinaria?
2. ¿Cuántos empleados trabajan en la veterinaria y cuáles son sus roles?
3. ¿Cuántos pacientes atienden en promedio al mes?
4. ¿Qué servicios son los más solicitados por los clientes?
5. ¿Qué estrategias utilizan para gestionar la carga de trabajo durante las temporadas altas?
6. ¿Tienen algún acuerdo o colaboración con otros veterinarios o clínicas?
7. ¿Ofrecen servicios de telemedicina o consultas virtuales?
8. ¿Cómo gestionan los registros médicos de los pacientes?
9. ¿Cómo evalúan la satisfacción del cliente?
10. ¿Utilizan algún software de gestión para administrar la clínica?

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 7.**Ficha de observación sobre la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”**

Ficha de Observación				
Objetivo: Obtener la información necesaria que sirva de ayuda para el entendimiento del proceso de atención de una fractura dentro de la Clínica.				
No.	Actividad o Proceso	Existe	No Existe	Observación
1	Existe un proceso establecido para la detección de fracturas en extremidades inferiores de perros en la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”.	X		Se realiza mediante la revisión de las imágenes radiológicas de la mascota a la que le realizaron rayos X.
2	Existen registros sistemáticos de todas las actividades relacionadas con la evaluación de radiografías de extremidades inferiores de perros en busca de fracturas.		X	Las actividades relacionadas con fracturas no las tienen sistematizadas, se realizan de manera manual.
3	Existe una estructura organizacional definida para el personal encargado de realizar la evaluación de radiografías en la clínica.	X		Primero tienen que pasar por consulta para ser derivado a que le realicen los exámenes radiológicos a la mascota.
4	Existe la implementación de algún tipo de control o seguimiento sobre la detección de fracturas en cada caso.		X	No se realizan seguimientos en cada caso, solo si éste lo amerita.
5	Existen registros de los casos de fracturas detectadas y tratadas en la clínica.	X		Se quedan guardadas las imágenes dentro de la máquina de rayos X.

No.	Actividad o Proceso	Existe	No Existe	Observación
6	Se tiene el tiempo requerido para realizar la detección de fracturas en radiografías de extremidades inferiores de perros.	X		Cuando no asisten tantos animales en el día que llega uno fracturado, sí hay tiempo, sin embargo, cuando la demanda de pacientes es alta el tiempo es corto.
7	Existe algún tipo de reporte sobre las actividades realizadas durante el proceso de detección de fracturas.		X	Reporte sobre el proceso como tal no existe, existe un diagnóstico final al momento de que la radiografía está terminada.
8	Existe algún tipo de análisis o reporte de los resultados obtenidos a través del proceso de detección de fracturas en extremidades inferiores de perros.		X	Análisis de lo obtenido mediante la detección no existe, solo se diagnostica si el paciente tiene fractura y se procede con los protocolos de la Clínica.

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°3: Resultados de las Técnicas de Recopilación**Tabla 8.****Análisis de la entrevista realizada al especialista**

Pregunta	Respuesta	Análisis
1. ¿Qué diferencia hay entre una fractura y una fisura?	Una fractura implica una interrupción completa en la continuidad del hueso, mientras que una fisura es una grieta o fractura parcial en el hueso que no lo divide completamente en dos partes.	Esta pregunta aclara la distinción entre fracturas y fisuras, lo cual es esencial para el desarrollo del software. El programa debe ser capaz de diferenciar entre estos tipos de lesiones para proporcionar diagnósticos precisos y adecuados.
2. ¿Cuáles son los tipos más comunes de fracturas en caninos?	Los tipos más comunes de fracturas en caninos incluyen fracturas simples, compuestas, conminutas, oblicuas y transversales.	Identificar los tipos comunes de fracturas ayuda a entrenar el modelo de detección. El conocimiento de estas categorías permite que el software se diseñe para reconocer y clasificar correctamente los diversos tipos de fracturas en imágenes radiográficas.
3. ¿Cuáles son los signos y síntomas que pueden indicar una fractura en un perro?	Los signos y síntomas que pueden indicar una fractura en un perro incluyen cojera, hinchazón, dolor al tocar el área afectada, deformidad visible del hueso, y en algunos casos, el perro puede evitar usar la extremidad afectada.	Conocer los signos y síntomas permite integrar un módulo de entrada de datos clínicos en el software. Esto puede mejorar la precisión del diagnóstico cuando se combinan datos clínicos con imágenes radiográficas.

Pregunta	Respuesta	Análisis
4. ¿Qué razas de perros tienen más predisposición a sufrir fracturas?	Las razas de perros que tienden más a sufrir fracturas incluyen aquellas de gran tamaño y peso, como los Pastores Alemanes, los Labradores, los Rottweilers, entre otros. Sin embargo, cualquier perro puede sufrir una fractura.	Este conocimiento ayuda a ajustar el modelo para tener en cuenta factores de riesgo específicos de ciertas razas. Puede permitir la personalización del diagnóstico y el seguimiento para razas con mayor predisposición a fracturas.
5. ¿Cuáles son las causas más comunes de fracturas en perros?	Las causas más comunes de fracturas en perros son lesiones traumáticas, como caídas desde alturas, atropellos, peleas con otros animales, entre muchas otras causas.	Comprender las causas comunes de fracturas puede ayudar en la prevención y en la educación de los dueños de mascotas. También puede ser útil para incluir en el software alertas o recomendaciones basadas en las causas más frecuentes.
6. ¿Cuál es el proceso de diagnóstico de una fractura en un perro?	Por radiografías y, en algunos casos, estudios de imágenes avanzadas como la tomografía computarizada o la resonancia magnética, dentro de la clínica se realizan las evaluaciones mediante las radiografías.	Describir el proceso diagnóstico actual permite al software replicar y mejorar este proceso. Esto es crucial para garantizar que el software sea una herramienta complementaria útil en la práctica veterinaria.

Pregunta	Respuesta	Análisis
7. ¿Cuáles son las opciones de tratamiento para una fractura en un perro?	Las opciones de tratamiento para una fractura en un perro pueden incluir la inmovilización con férulas o vendajes, reducción cerrada o cirugía ortopédica con el uso de placas, tornillos o clavos.	Conocer las opciones de tratamiento permite al software proporcionar recomendaciones basadas en el tipo de fractura detectada para mejorar la toma de decisiones y el manejo del caso clínico.
8. ¿Cómo varía el tratamiento dependiendo del tipo y la ubicación de la fractura?	El tratamiento puede variar dependiendo del tipo y la ubicación de la fractura. Por ejemplo, algunas fracturas pueden requerir cirugía mientras que otras pueden tratarse con inmovilización.	Esta pregunta nos ayuda con información para que el software pueda incluir funcionalidades para sugerir tratamientos específicos basados en el tipo y la ubicación de la fractura.
9. ¿Cuáles son los cuidados posteriores necesarios después de que un perro ha sido tratado por una fractura?	Estos pueden incluir reposo, medicación para el dolor, fisioterapia y seguimiento veterinario regular para evaluar la recuperación, estos cuidados pueden variar en base al tipo de fractura que tuvo el animal.	Esta información permite que el software proporcione pautas de cuidado postoperatorio. Esto puede ser útil para los dueños de mascotas y mejorar la recuperación del animal.
10. ¿Qué tecnologías o herramientas existen actualmente para ayudar en el diagnóstico de fracturas en perros?	Actualmente existen las radiografías digitales, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y los ultrasonidos.	Conocer las herramientas actuales ayuda a posicionar el software dentro del ecosistema tecnológico existente. Permite identificar las fortalezas y debilidades de las tecnologías actuales y mejorar el software en consecuencia.

Pregunta	Respuesta	Análisis
11. ¿Cómo podría un software de detección de fracturas en canes ser útil para los veterinarios en su práctica diaria?	Proporcionar una evaluación más rápida y precisa de las lesiones óseas a los médicos clínicos, lo que puede ayudar a tomar decisiones de tratamiento más eficientes, en caso de que el especialista no se encuentre presente.	Esta pregunta directamente aborda la necesidad y el beneficio del software, proporcionando una justificación clara para su desarrollo. Ayuda a definir el valor agregado del software en términos de eficiencia y precisión en el diagnóstico.
12. ¿Qué características o funcionalidades serían importantes en un software de detección de fracturas en perros desde la perspectiva de un veterinario?	Tendría que tener una interfaz fácil de usar, precisión en la detección de fracturas, y, lo más importante, capacidad para visualizar y analizar imágenes radiográficas.	Las respuestas a esta pregunta guiarán el diseño de la interfaz y las funcionalidades del software. Ayuda a interpretar que el software debe ser fácil de usar, preciso y capaz de analizar imágenes radiográficas ya que esto es crucial para su aceptación y efectividad en la práctica veterinaria.

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 9.**Análisis de respuestas de entrevista a un trabajador de la Clínica**

Pregunta	Respuesta	Análisis
1. ¿Cuál es el horario de atención de la veterinaria?	De lunes a sábado de 09H00 a 20H00 y los domingos de 09H00 a 19H00.	Esta información ayuda a establecer el tiempo disponible para implementar y probar el software en la clínica.
2. ¿Cuántos empleados trabajan en la veterinaria y cuáles son sus roles?	Son 8 trabajadores, 3 peluqueros, 1 doctora y 4 asistentes veterinarios (médicos clínicos).	Conocer la cantidad de empleados y sus roles es crucial para el diseño del software en términos de permisos y accesos. Por ejemplo, el software puede tener diferentes niveles de acceso y funcionalidades específicas según el rol del usuario (administrador, veterinarios, peluqueros, asistentes).
3. ¿Cuántos pacientes atienden en promedio al mes?	Aproximadamente 40 pacientes al mes.	Esta pregunta ayuda a dimensionar la carga de trabajo que el software debe manejar. Permite evaluar el volumen de datos que el software necesitará procesar y almacenar.
4. ¿Qué servicios son los más solicitados por los clientes?	Peluquería y consultas.	Entender cuáles son los servicios más solicitados puede influir en el diseño del software para que se integre con otros módulos, optimizando así la experiencia de la clínica.

Pregunta	Respuesta	Análisis
5. ¿Qué estrategias utilizan para gestionar la carga de trabajo durante las temporadas altas?	Según donde haya más trabajo se envían a todos los asistentes y en la sucursal que menos trabajo tenga se queda la doctora.	Esta información puede ayudar a diseñar el software para que pueda incluir funcionalidades para la planificación y reasignación de tareas durante periodos de alta demanda.
6. ¿Tienen algún acuerdo o colaboración con otros veterinarios o clínicas?	Solo para enviar a realizar radiografías cuando es el caso.	Esta información es relevante porque cuando se envíe a realizar radiografías, llegarían a la clínica en formatos que el programa debe aceptar para detectar si hay fractura o no.
7. ¿Ofrecen servicios de telemedicina o consultas virtuales?	No.	Aunque actualmente no ofrecen telemedicina, esta pregunta sugiere una posible expansión futura del software para incluir funcionalidades de telemedicina, permitiendo consultas y diagnósticos remotos.
8. ¿Cómo gestionan los registros médicos de los pacientes?	Por medio de la computadora se tienen creados los registros de los pacientes que han asistido a la veterinaria. Cuando asisten a consulta se verifica el registro para ver si ya ha sido atendido con anterioridad.	Esta pregunta nos da información de que los registros médicos se gestionan digitalmente, lo cual es un punto de partida para que se integre esta funcionalidad en el software, mejorando la eficiencia y la accesibilidad de los registros médicos.

Pregunta	Respuesta	Análisis
9. ¿Cómo evalúan la satisfacción del cliente?	Le realizamos preguntas para saber cómo ha sido su experiencia en la veterinaria.	La evaluación de la satisfacción del cliente podría incorporarse en el software como un módulo de retroalimentación. Esto podría incluir encuestas o formularios que los clientes llenen después de su visita, ayudando a mejorar los servicios ofrecidos.
10. ¿Utilizan algún software de gestión para administrar la clínica?	No.	La falta de un software de gestión indica la oportunidad de integrar módulos a futuro que no solo incluya la detección de fracturas, sino también la gestión general de la clínica, incluyendo citas, registros médicos, y evaluación de la satisfacción del cliente.

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°4: Fotografías de los tipos de fracturas**Figura 1*****Daños a causa de fracturas cerradas***

Fuente: Axón Vet, 2021

Figura 2***Fisura en el codo de un perro***

Fuente: Ginés, 2020

Figura 3

Fractura cerrada



Fuente: Clínica Veterinaria del Mar, 2017

Figura 4

Fractura abierta en fémur



Fuente: OrtoCanis, 2020

Figura 5

Fractura incompleta del radio de un perro



Fuente: American College of Veterinary Surgeons, 2023

Figura 6

Fractura transversal en un perro



Fuente: Hospital Veterinaria Animal Home, 2020

Figura 7

Fractura oblicua en la tibia de un perro



Fuente: Paniagüa, 2016

Figura 8

Fractura conminuta de la tibia de un perro adulto



Fuente: American College of Veterinary Surgeons, 2023

Anexo N°5: Fotografías de la recolección de información

Figura 9

***Entrevista al especialista en la
Clínica Veterinaria***



Fuente: Manzaba y Medina, 2024

Figura 10

Entrevista a trabajadora de la Clínica Veterinaria



Fuente: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°6: Tablas de información para los resultados y discusiones**Tabla 10.****Frecuencia de fracturas según su tipo (Primeros 5 meses de recolección)**

Tipo de fractura	Subtipos	Frecuencia observada (%)	Descripción	Cantidad
Incompleta	-	15,72%	Rotura parcial del hueso	393
Completa	Transversal, oblicua, conminuta	84,28%	Hueso dividido en fragmentos	2107
Total		100%	Total	2500

Nota: No se incluyen fracturas cerradas y/o abiertas porque el análisis se lo realiza a las imágenes radiológicas, no a la extremidad del animal físicamente.

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 11.**Frecuencia de fracturas según el subtipo de fractura completa (Primeros 5 meses de recolección)**

Tipo de fractura completa	Frecuencia observada (%)	Descripción	Cantidad
Transversal	41,91%	Hueso roto en dos partes de manera horizontal	883
Oblicua	48,93%	Hueso roto en dos partes de manera diagonal	1031
Conminuta	9,16%	Hueso roto en varios fragmentos	193
Total	100%	Total	2107

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 12.**Cantidad de imágenes recolectadas**

Año	Mes	Fracturadas	No fracturadas	No son patas	No son perros	Total	Frecuencia
2024	Mayo	492	232	102	159	985	13,99%
2024	Junio	508	101	90	54	753	10,70%
2024	Julio	521	215	38	63	837	11,89%
2024	Agosto	401	196	150	79	826	11,73%
2024	Septiembre	578	153	100	25	856	12,16%
2024	Octubre	325	110	83	76	594	8,44%
2024	Noviembre	450	92	64	91	697	9,89%
2024	Diciembre	632	251	99	130	1112	15,80%
2025	Enero	219	100	25	36	380	5,40%
Total						7040	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 13.**Precisión de entrenamiento del modelo de detección de fracturas**

Año	Mes	Cantidad de imágenes entrenadas	Precisión de reconocimiento de radiografía	Precisión de reconocimiento de extremidades inferiores	Precisión de reconocimiento de fracturas	Precisión de reconocimiento de imágenes que no son radiografías
2024	Mayo	689	50%	52%	51%	50%
2024	Junio	527	53%	50%	50%	52%
2024	Julio	586	55%	50%	50%	50%
2024	Agosto	578	58%	51%	53%	50%
2024	Septiembre	599	67%	53%	58%	54%
2024	Octubre	416	73%	57%	67%	58%
2024	Noviembre	488	79%	68%	78%	66%
2024	Diciembre	778	95%	91%	91%	76%
2025	Enero	266	98%	97%	95%	86%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 14.**Evaluación del reconocimiento de radiografías mediante matriz de confusión (30% imágenes recolectadas)**

Año	Mes	Imágenes evaluadas	VP	FN	FP	VN	Exactitud	Precisión	Sensibilidad	F1- Score
2024	Mayo	296	85	82	67	62	0,497	0,559	0,509	0,533
2024	Junio	226	85	59	48	34	0,527	0,639	0,590	0,614
2024	Julio	251	108	63	51	29	0,546	0,679	0,632	0,655
2024	Agosto	248	120	59	47	22	0,573	0,719	0,670	0,694
2024	Septiembre	257	158	50	37	12	0,661	0,810	0,760	0,784
2024	Octubre	178	124	29	20	5	0,725	0,861	0,810	0,835
2024	Noviembre	209	163	27	16	3	0,794	0,911	0,858	0,883
2024	Diciembre	334	317	13	3	1	0,952	0,991	0,961	0,975
2025	Enero	114	111	2	1	0	0,974	0,991	0,982	0,987

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 15.**Evaluación del reconocimiento de extremidades inferiores mediante matriz de confusión (30% imágenes recolectadas)**

Año	Mes	Imágenes evaluadas	VP	FN	FP	VN	Exactitud	Precisión	Sensibilidad	F1-Score
2024	Mayo	296	48	78	64	106	0,520	0,429	0,381	0,403
2024	Junio	226	45	62	51	68	0,500	0,469	0,421	0,443
2024	Julio	251	66	69	56	60	0,502	0,541	0,489	0,514
2024	Agosto	248	76	67	55	50	0,508	0,580	0,531	0,555
2024	Septiembre	257	100	67	54	36	0,529	0,649	0,599	0,623
2024	Octubre	178	83	43	34	18	0,567	0,709	0,659	0,683
2024	Noviembre	209	132	39	29	9	0,675	0,820	0,772	0,795
2024	Diciembre	334	305	23	6	0	0,913	0,981	0,930	0,955
2025	Enero	114	109	3	1	1	0,965	0,991	0,973	0,982

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 16.**Evaluación del reconocimiento de fracturas mediante matriz de confusión (30% imágenes recolectadas)**

Año	Mes	Imágenes evaluadas	VP	FN	FP	VN	Exactitud	Precisión	Sensibilidad	F1-Score
2024	Mayo	296	53	79	65	99	0,514	0,449	0,402	0,424
2024	Junio	226	53	62	51	60	0,500	0,510	0,461	0,484
2024	Julio	251	80	68	56	47	0,506	0,588	0,541	0,563
2024	Agosto	248	100	64	52	32	0,532	0,658	0,610	0,633
2024	Septiembre	257	128	60	47	22	0,584	0,731	0,681	0,705
2024	Octubre	178	112	33	25	8	0,674	0,818	0,772	0,794
2024	Noviembre	209	160	28	18	3	0,780	0,899	0,851	0,874
2024	Diciembre	334	305	23	6	0	0,913	0,981	0,930	0,955
2025	Enero	114	108	5	1	0	0,947	0,991	0,956	0,973

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Tabla 17.**Evaluación del reconocimiento de fracturas mediante matriz de confusión (30% imágenes recolectadas)**

Año	Mes	Imágenes evaluadas	VP	FN	FP	VN	Exactitud	Precisión	Sensibilidad	F1- Score
2024	Mayo	50	9	14	11	16	0,500	0,450	0,391	0,419
2024	Junio	50	11	13	11	15	0,520	0,500	0,458	0,478
2024	Julio	50	14	14	11	11	0,500	0,560	0,500	0,528
2024	Agosto	50	17	14	11	8	0,500	0,607	0,548	0,576
2024	Septiembre	50	21	13	10	6	0,540	0,677	0,618	0,646
2024	Octubre	50	26	12	9	3	0,580	0,743	0,684	0,712
2024	Noviembre	50	31	10	7	2	0,660	0,816	0,756	0,785
2024	Diciembre	50	36	7	5	2	0,760	0,878	0,837	0,857
2025	Enero	50	43	5	2	0	0,860	0,956	0,896	0,925

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Anexo N°7: Glosario del Léxico Extendido del Lenguaje

Tabla 18.

Diccionario LEL

Término	Tipo	Noción	Impacto
Médicos veterinarios	Sujeto	- Profesionales que realizan el diagnóstico y análisis de fracturas en perros utilizando radiografías y herramientas especializadas.	- Diagnostican fracturas en mascotas, utilizando su experiencia para interpretar imágenes radiológicas.
Especialistas	Sujeto	- Veterinarios con formación avanzada y experiencia en radiología y diagnóstico de fracturas en perros.	- Realizan diagnósticos más precisos en radiografías complejas, ayudando a evitar errores en la identificación de fracturas.
Fracturas	Objeto	- Lesiones en los huesos de las extremidades inferiores de los perros que requieren diagnóstico.	- Pueden causar dolor, inmovilización o complicaciones médicas en perros si no se detectan correctamente.
Radiografías	Objeto	- Imágenes obtenidas mediante rayos X, utilizadas para visualizar el estado de los huesos en las extremidades inferiores de los perros.	- Son utilizadas por los médicos veterinarios para analizar si una mascota tiene fractura o no.
Extremidades inferiores de los perros	Objeto	- Partes del cuerpo de los perros que incluyen las patas traseras y delanteras, donde comúnmente ocurren fracturas.	- Son susceptibles a fracturas, las cuales pasan a ser analizadas por el médico veterinario.
Aplicativo web y móvil	Objeto	- Herramienta tecnológica desarrollada para asistir en el diagnóstico de fracturas en perros mediante el análisis de imágenes radiológicas.	- Es utilizada por los médicos veterinarios para mejorar la precisión de la detección de fracturas y reducir el tiempo de diagnóstico.
Gestionar datos de las mascotas	Verbo	- Administrar los datos de los pacientes caninos dentro del sistema.	- Permite mantener la información actualizada y precisa, mejorando la eficiencia del manejo de datos en la clínica.

Término	Tipo	Noción	Impacto
Registrar datos de las mascotas	Verbo	- Ingresar la información de nuevos pacientes caninos en el sistema.	- Asegura que toda la información relevante esté disponible para un análisis adecuado.
Modificar datos de las mascotas	Verbo	- Actualizar o cambiar la información de los usuarios o pacientes dentro del sistema.	- Permite mantener la precisión de los datos, reflejando cambios en la información personal de las mascotas registradas.
Registrado	Estado	- Estado de un paciente canino cuya información ha sido ingresada en el sistema.	- Asegura que la información del paciente canino esté disponible en el sistema para ser utilizada en el proceso de análisis.
Modificado	Estado	- Estado de un registro que ha sido actualizado en el sistema.	- Asegura que la información en el sistema refleje los cambios recientes, mejorando la precisión de los datos disponibles.
Imágenes radiológicas	Objeto	- Representaciones visuales obtenidas a través de radiografías, utilizadas para identificar fracturas en las extremidades inferiores de los perros.	- Permiten la visualización de fracturas y otras lesiones óseas, siendo esenciales para el diagnóstico y tratamiento.
Preprocesar imágenes	Verbo	- Acción que realiza el sistema para preparar las imágenes radiológicas antes de su análisis, identificando si las imágenes es una radiografía y esta contiene extremidades inferiores para su posterior análisis.	- Mejora la precisión del análisis de imágenes al garantizar que los datos ingresados al sistema estén estandarizados, minimizando errores durante la fase de detección de fracturas.
Analizar imágenes radiológicas	Verbo	- Examinar las imágenes radiológicas para identificar la presencia de fracturas en las extremidades inferiores de los perros.	- Ayuda a mejorar la precisión del procedimiento para el análisis de las imágenes radiológicas, reduciendo la posibilidad de errores en la identificación de fracturas.
Detectar fracturas	Verbo	- Identificar la presencia de fracturas en las extremidades inferiores de los perros mediante el análisis de radiografías.	- Permite realizar el análisis adecuado de manera oportuna, mejorando la precisión de detección en las fracturas de las mascotas.

Término	Tipo	Noción	Impacto
Fracturado	Estado	- Condición de una extremidad inferior de un perro que ha sufrido una fractura.	- Requiere intervención médica urgente para evitar complicaciones y asegurar la recuperación del perro.
Analizado	Estado	- Estado de las imágenes radiológicas después de ser analizadas por el algoritmo de análisis del aplicativo	- Facilita la detección precisa de fracturas, mejorando el diagnóstico y reduciendo el tiempo de espera de los usuarios.
Visualizar resultados del análisis	Verbo	- Mostrar los resultados del diagnóstico en la interfaz del aplicativo.	- Facilita la interpretación de los resultados por parte de los médicos veterinarios, permitiendo un diagnóstico más rápido y preciso.
Generar reportes	Verbo	- Actividad mediante la cual el sistema compila los resultados del análisis de las imágenes y los organiza en un informe que incluye detalles del diagnóstico, imágenes procesadas y recomendaciones, en formato PDF.	- Proporciona al veterinario y al cliente un resumen claro y detallado de los hallazgos del análisis, facilitando la comunicación del diagnóstico y el tratamiento, mejorando la experiencia del cliente y la eficiencia de la clínica.

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Anexo N°8: Historias de Usuario

Tabla 19.

Product Backlog del proyecto

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia	Funcionalidad	Estado	Dimensión / Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
00-0001-01	Como administrador, necesito que el sistema restrinja el acceso a ciertas funcionalidades según el rol del usuario, con el fin de que cada usuario solo pueda realizar acciones permitidas según su rol.	Seguridad	Concluidas		1	Media	
00-0002-02	Como usuario, necesito poder recuperar mi contraseña a través de un enlace seguro enviado a mi correo electrónico en caso de olvidarla, con el fin de acceder al sistema de forma segura.	Seguridad	Concluidas		1	Baja	
00-0003-03	Como administrador, necesito recibir notificaciones por correo electrónico sobre intentos de acceso fallidos repetidos en una cuenta con el fin de poder identificar posibles intentos de intrusión.	Seguridad	Concluidas		1	Alta	
00-0004-04	Como administrador, necesito que las contraseñas de los usuarios se almacenen de forma encriptada en la base de datos con el fin de proteger la información personal de los usuarios.	Seguridad	Concluidas		1	Alta	
00-0005-05	Como veterinario, necesito poder actualizar la información personal en caso de que sea necesario.	Seguridad	Concluidas		1	Baja	

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia	Funcionalidad	Estado	Dimensión / Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
01-0001-06	Como administrador, necesito poder agregar nuevos usuarios en caso de que sea necesario.	Control de acceso	Concluidas		1	Baja	
01-0002-07	Como administrador, necesito poder visualizar, agregar, modificar y eliminar datos del personal de la clínica.	Control de acceso	Concluidas		1	Baja	
01-0003-08	Como administrador, necesito poder visualizar, agregar, modificar y eliminar los roles que se le pueden asignar a cada personal de la clínica.	Control de acceso	Concluidas		1	Baja	
01-0004-09	Como administrador, necesito poder visualizar, agregar, modificar y eliminar las especialidades que se le pueden asignar a los veterinarios.	Control de acceso	Concluidas		1	Baja	
01-0005-10	Como administrador, necesito ver el historial de acceso de los usuarios con la finalidad de monitorear la actividad en el sistema.	Control de acceso	Concluidas		1	Baja	
01-0006-11	Como veterinario, necesito poder registrar los datos de los clientes que acudan a la clínica con sus mascotas.	Registro de clientes	Concluidas		1	Media	
01-0007-12	Como veterinario, necesito poder asignarles mascotas a los clientes (dueños) y viceversa.	Registro de clientes	Concluidas		1	Media	

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia	Funcionalidad	Estado	Dimensión / Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
01-0008-13	Como administrador, necesito poder visualizar, agregar, modificar y eliminar las mascotas, así como sus especies y razas con las que se pueden registrar al acudir a la clínica.	Registro de mascotas	Concluidas		1	Baja	
01-0009-14	Como veterinario, necesito contar con una herramienta de búsqueda con el fin de localizar rápidamente registros específicos de mascotas o dueños	Registro de mascotas	Concluidas		1	Baja	
01-0010-15	Como veterinario, necesito cargar imágenes, con el fin de poder iniciar el proceso de análisis y diagnóstico de la mascota.	Recepción de imágenes	Concluidas		2	Alta	
01-0011-16	Como veterinario, necesito que el sistema almacene las imágenes y datos de la mascota de forma organizada, con el fin de vincular cada imagen a cada mascota.	Recepción de imágenes	Concluidas		2	Alta	
01-0012-17	Como veterinario, necesito cargar imágenes desde cualquier ordenador con acceso a internet y dispositivos móviles android con el fin de mejorar la eficiencia en la detección de fracturas y asegurar un acceso rápido a la información visual de los pacientes.	Recepción de imágenes	Concluidas		2	Media	
01-0013-18	Como veterinario, necesito recibir una notificación cuando las imágenes se carguen correctamente, con la finalidad de asegurar que estén listas para su análisis.	Recepción de imágenes	Concluidas		2	Baja	

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia	Funcionalidad	Estado	Dimensión / Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
02-0001-19	Como veterinario, necesito que el sistema me permita revisar el resultado del preprocesamiento antes de continuar con el análisis, con el fin de asegurarme de que las imágenes estén adecuadamente preparadas para el diagnóstico.	Preprocesamiento de imágenes	Concluidas		3	Media	
02-0002-20	Como veterinario, necesito que el sistema identifique la imagen e indique si no corresponde a una radiografía animal, con el fin de asegurarme de que solo se analicen imágenes relevantes para el diagnóstico.	Preprocesamiento de imágenes	Concluidas		3	Alta	
03-0001-21	Como veterinario, necesito que el sistema realice la detección de fracturas tanto en extremidades anteriores como posteriores, con el fin de asegurarme de que se identifiquen todas las lesiones relevantes durante el análisis.	Análisis de imágenes	Concluidas		3	Alta	
03-0002-22	Como veterinario, necesito que el sistema identifique el tipo de fractura detectada, con el fin de poder determinar el tratamiento adecuado de manera más eficiente.	Análisis de imágenes	Concluidas		4	Media	
04-0001-23	Como veterinario, necesito revisar los resultados del análisis, con la finalidad de confirmar que la detección de fracturas es correcta antes de generar el informe.	Generación de reportes	Concluidas		4	Alta	

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia	Funcionalidad	Estado	Dimensión / Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
04-0002-24	Como veterinario, necesito poder generar un reporte automáticamente después de cada consulta con el fin de dar a conocer el diagnóstico.	Generación de reportes	Concluidas		4	Media	
04-0003-25	Como veterinario, necesito la opción de anotar observaciones en los resultados si observo algo ajeno a la fractura en el análisis.	Generación de reportes	Concluidas		4	Media	
04-0004-26	Como veterinario, necesito que los reportes incluyan el logotipo de la clínica, con la finalidad de que el documento tenga una presentación profesional.	Generación de reportes	Concluidas		4	Baja	
04-0005-27	Como veterinario, necesito poder generar un reporte automáticamente después de cada consulta con el fin de dar a conocer el diagnóstico.	Generación de reportes	Concluidas		4	Media	

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Anexo N°9: Diagramas de flujo de datos

Figura 11

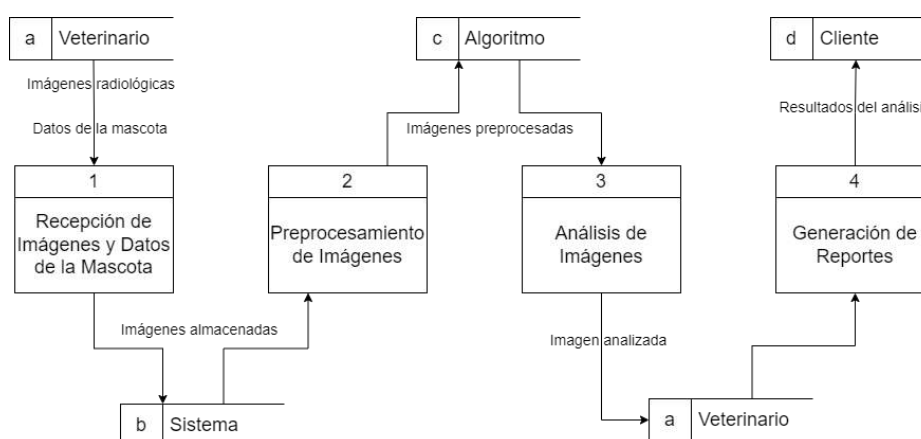
Diagrama de contexto (DFD Nivel 0)



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 12

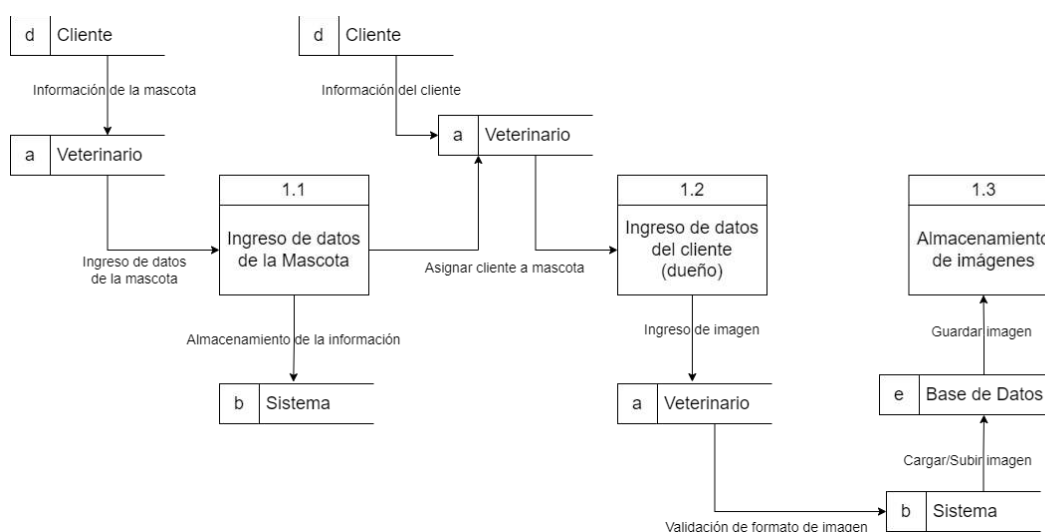
Diagrama de nivel superior (DFD Nivel 1)



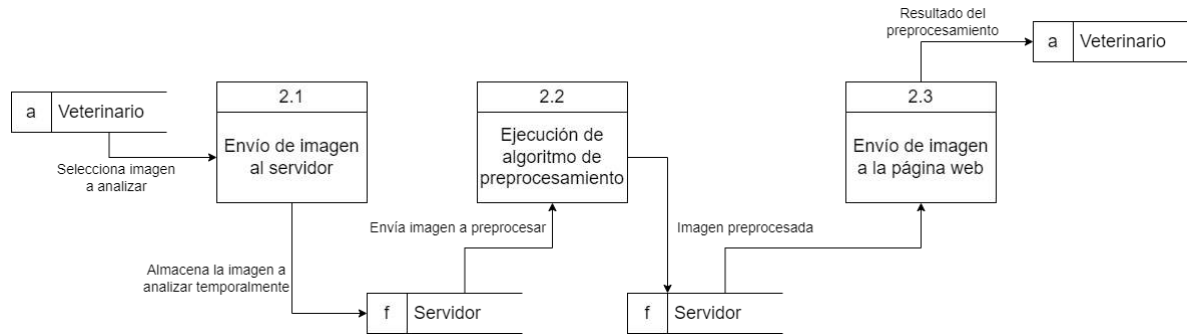
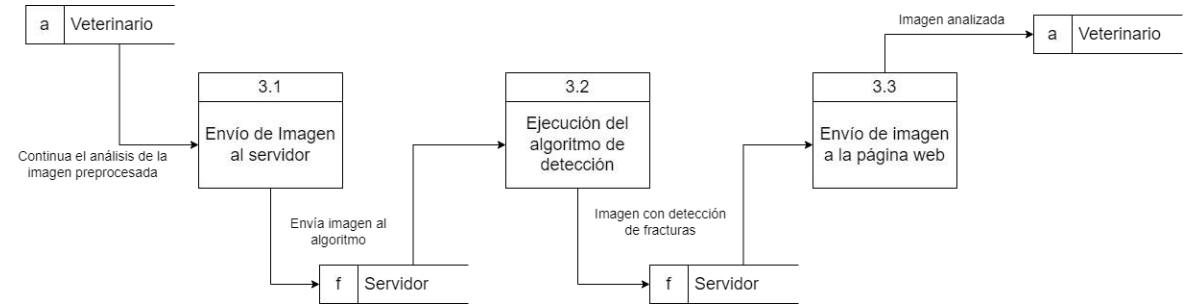
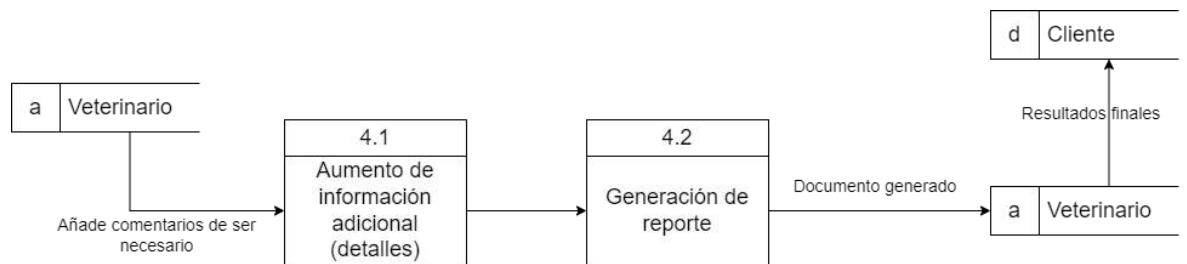
Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 13

Diagrama de detalle de Recepción de Imágenes y Datos de la Mascota (DFD Nivel 2.1)



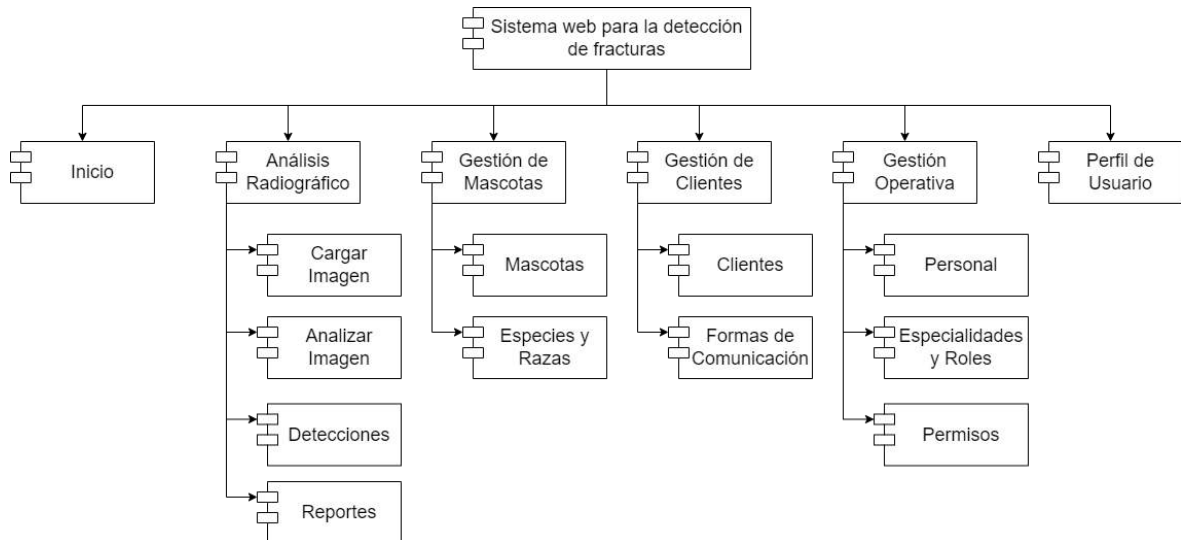
Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 14**Diagrama de detalle del Preprocesamiento de Imágenes (DFD Nivel 2.2)****Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024****Figura 15****Diagrama de detalle del Análisis de Imágenes (DFD Nivel 2.3)****Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024****Figura 16****Diagrama de detalle de la Generación de Reportes (DFD Nivel 2.4)****Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024**

Anexo N°10: Esquema modular

Figura 17

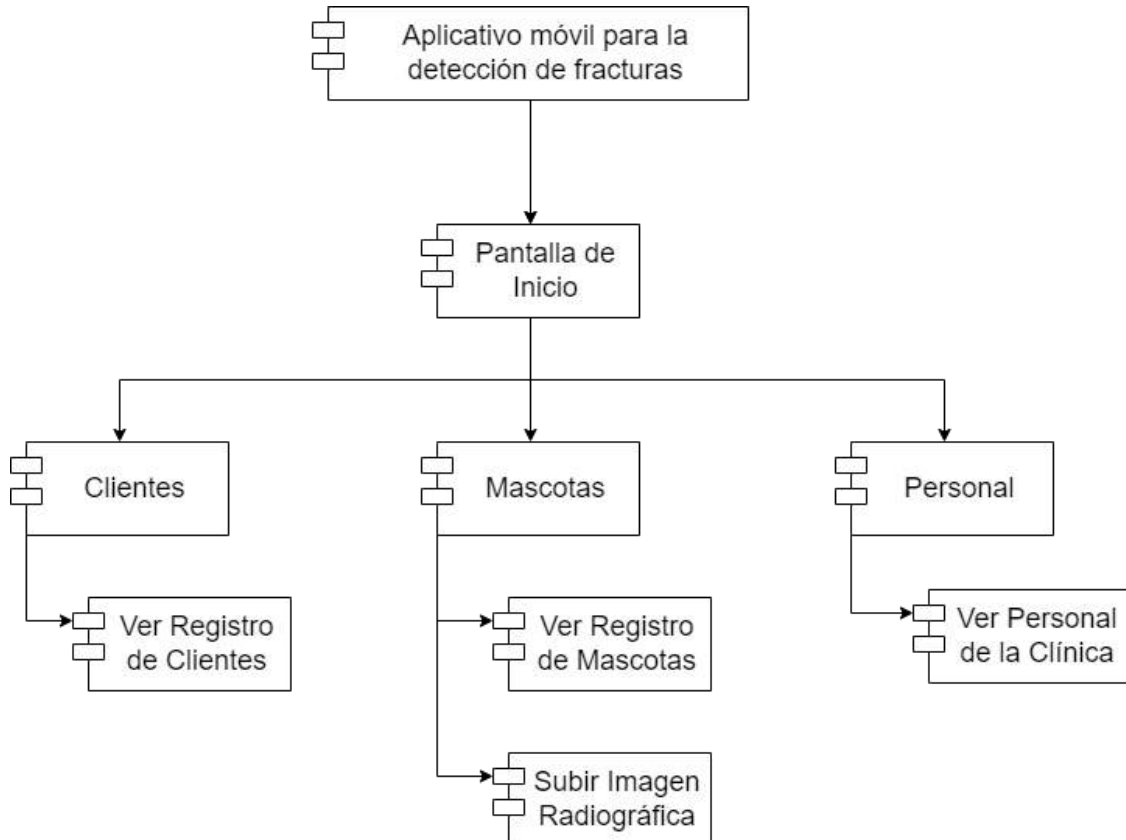
Diagrama modular del Sistema Web



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 18

Diagrama modular de la aplicación móvil

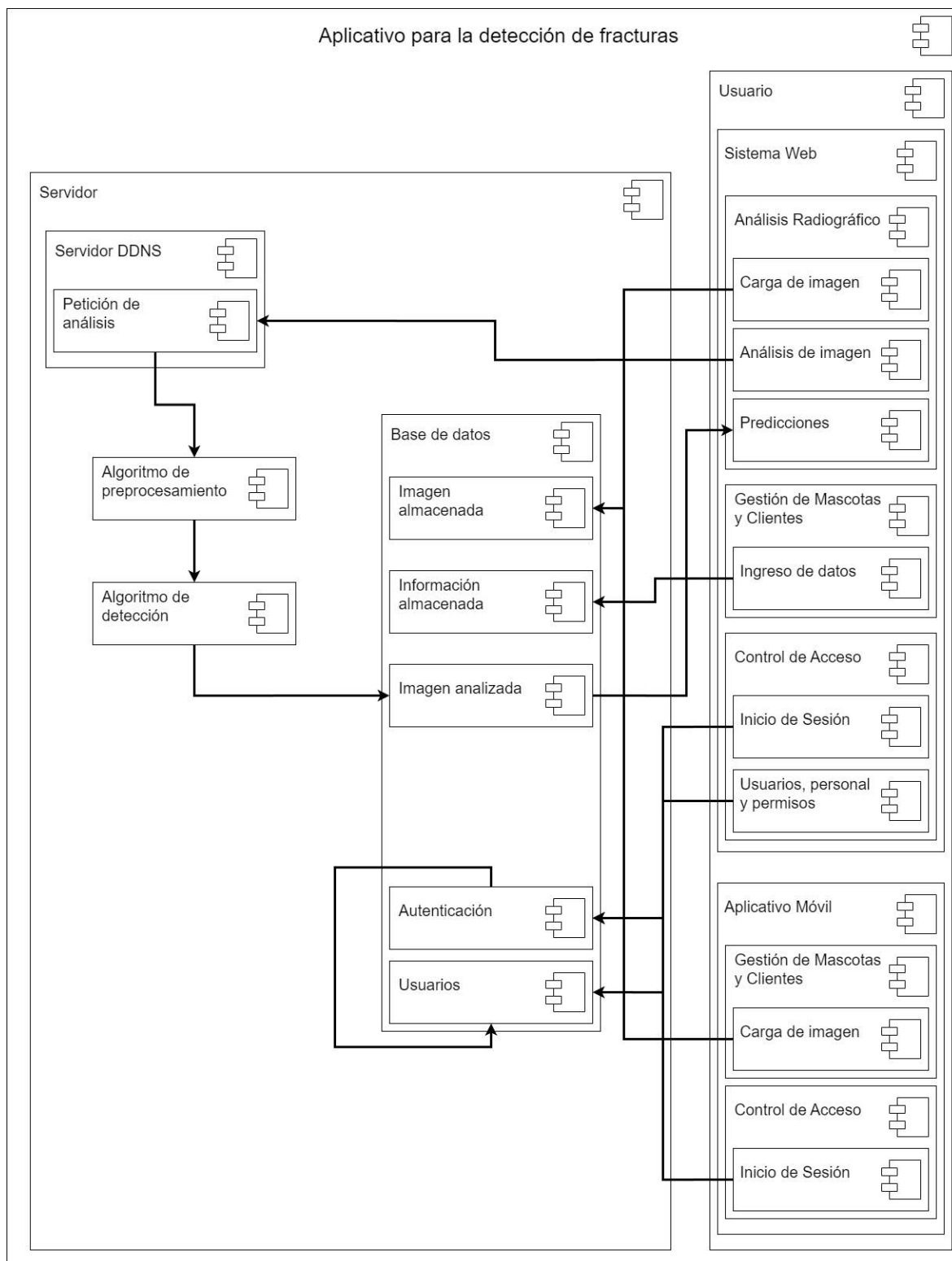


Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°11: Esquema arquitectónico

Figura 19

Diagrama de la arquitectura del aplicativo móvil y web

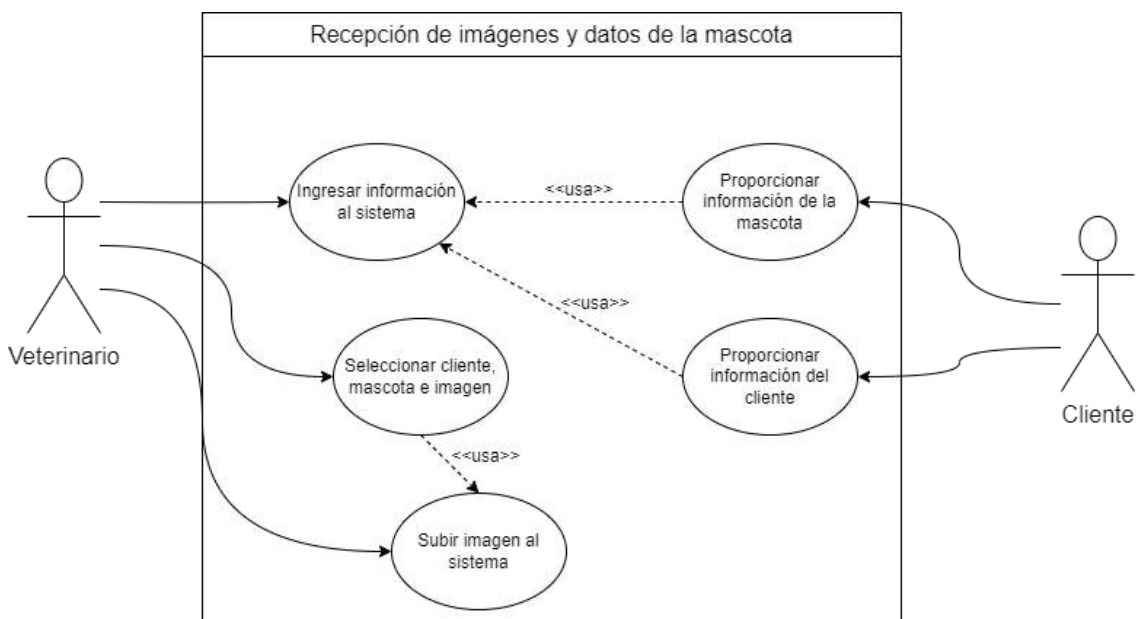


Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°12: Diagramas de Casos de Uso

Figura 20

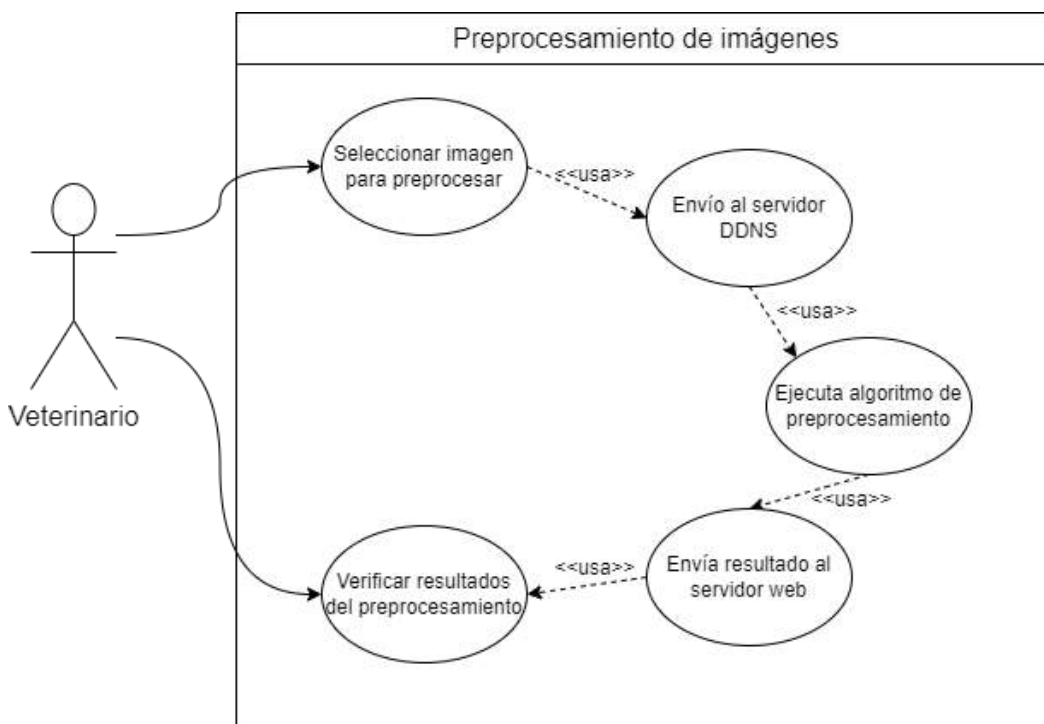
Diagrama de caso de uso de la recepción de imágenes y datos de la mascota



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

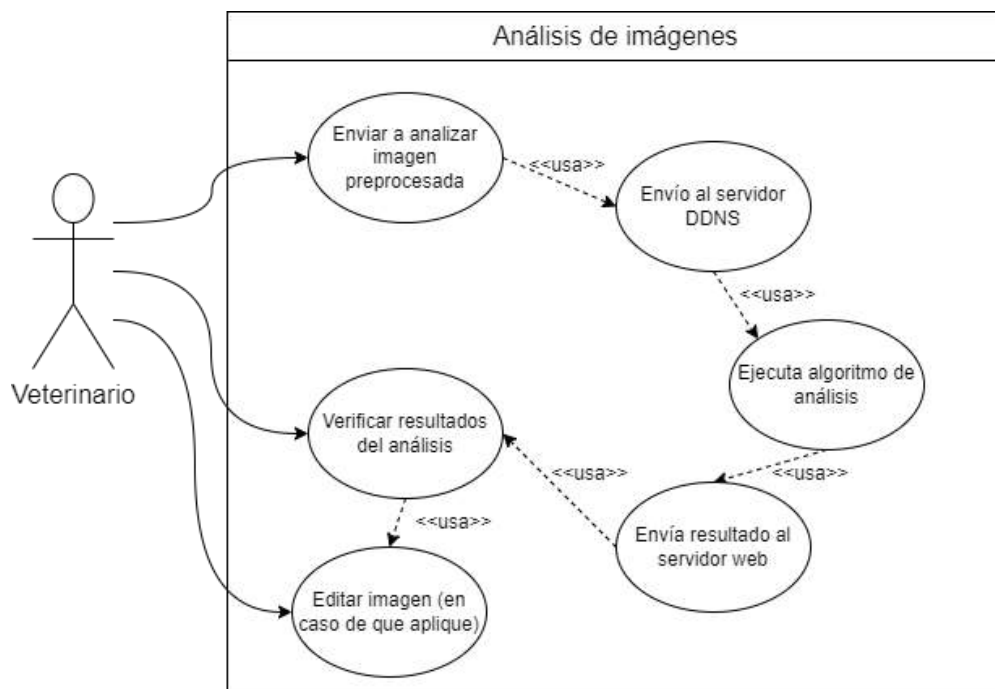
Figura 21

Diagrama de caso de uso del preprocesamiento de imágenes



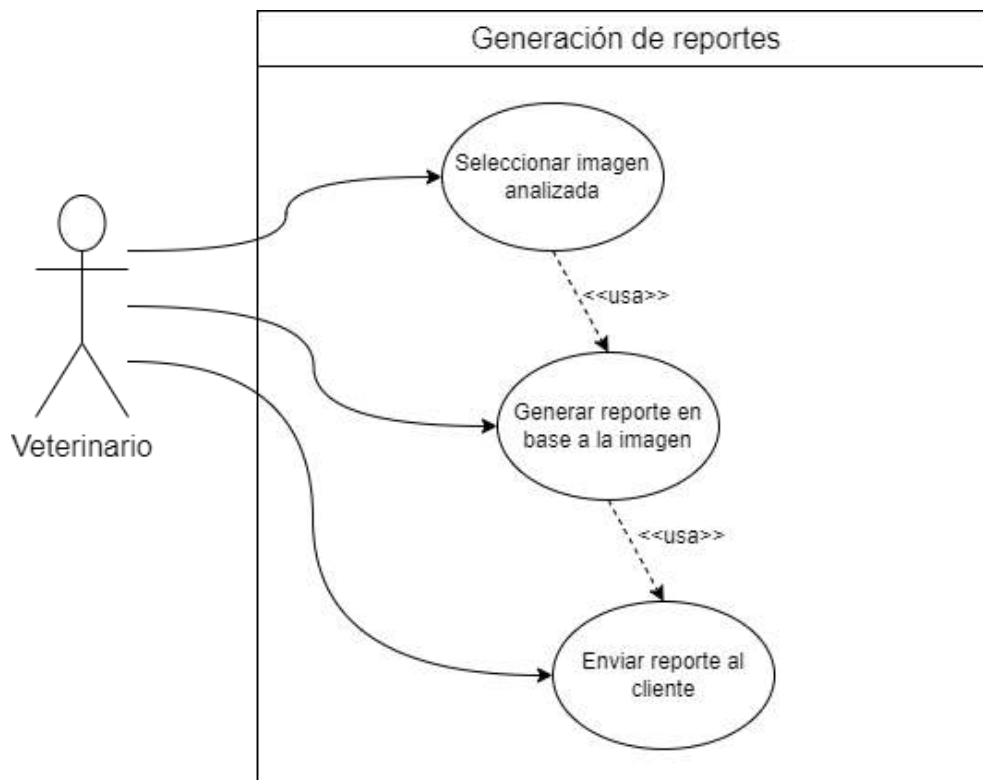
Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 22

Diagrama de caso de uso del análisis de imágenes

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 23

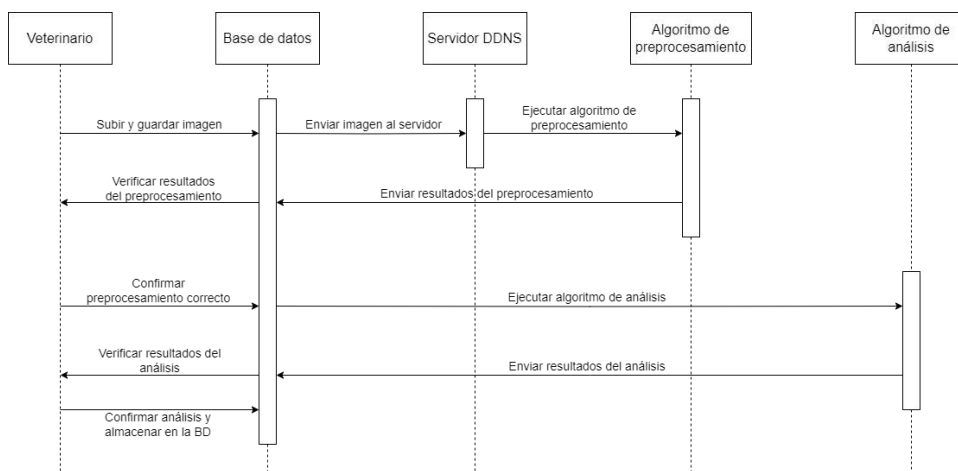
Diagrama de caso de uso de la generación de reportes

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°13: Diagrama de Secuencia y de Actividad

Figura 24

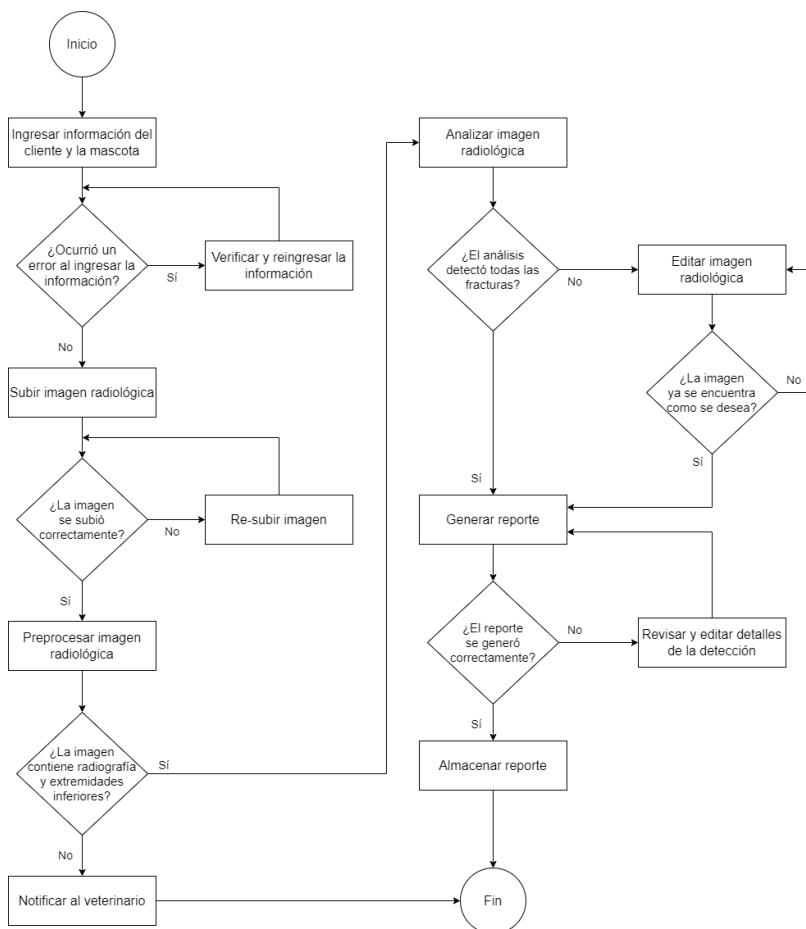
Diagrama de secuencia



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Figura 25

Diagrama de actividad del sistema

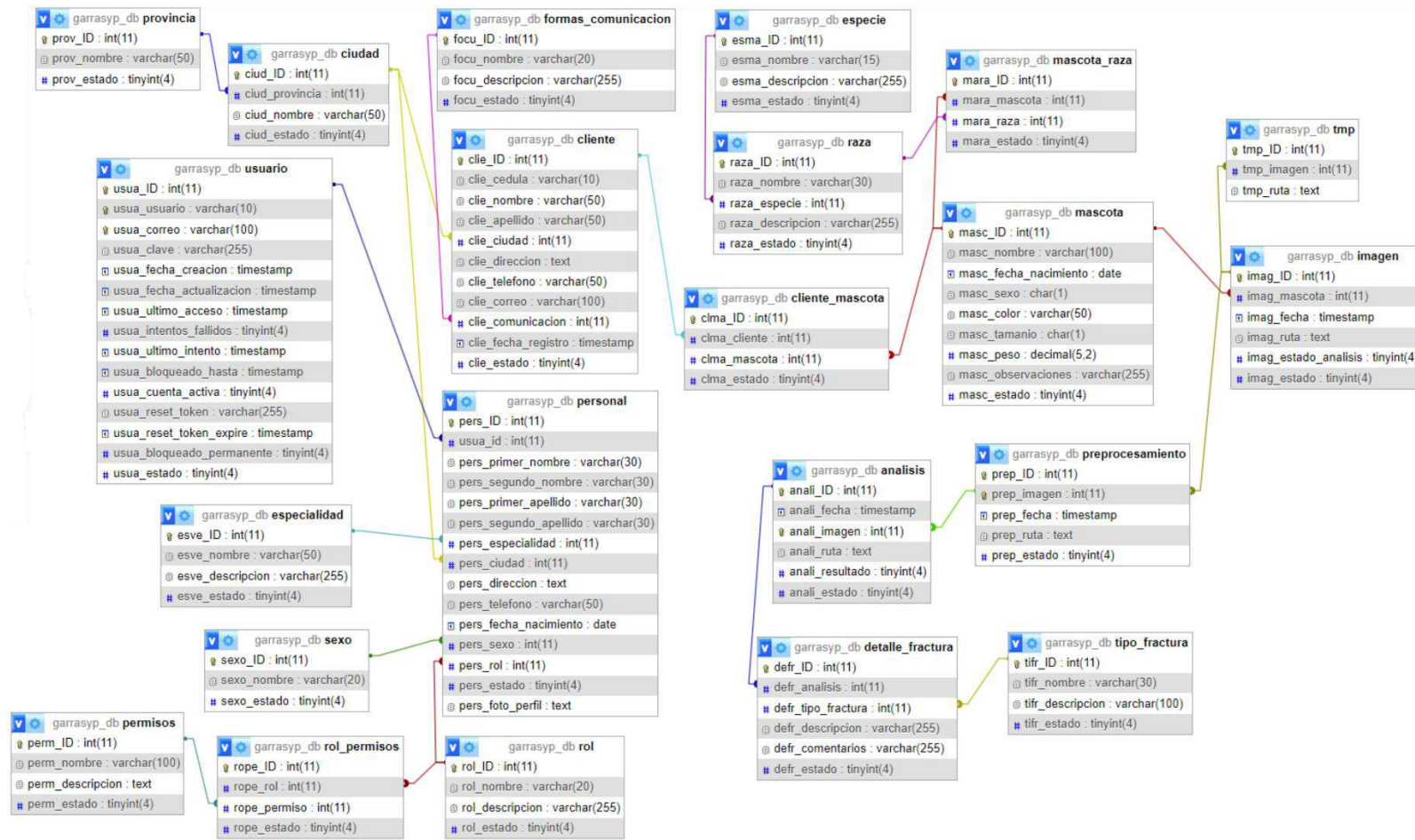


Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°14: Diagrama Relacional y Diccionario de datos

Figura 26

Diagrama Relacional



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 20.
Diccionario de datos de la tabla usuario

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
usua_ID	PK	INT	NO	Identificador único del usuario.
usua_usuario	Unique	VARCHAR(10)	NO	Cédula del usuario.
usua_correo	Unique	VARCHAR(100)	NO	Correo electrónico del usuario.
usua_clave		VARCHAR(255)	NO	Contraseña del usuario.
usua_fecha_creacion		TIMESTAMP	NO	Fecha y hora de creación de cuenta.
usua_fecha_actualizacion		TIMESTAMP	NO	Fecha y hora de última actualización de datos.
usua_ultimo_acceso		TIMESTAMP	SÍ	Hora de último acceso del usuario.
usua_intentos_fallidos		TINYINT	NO	Cantidad de intentos fallidos al iniciar sesión.
usua_ultimo_intento		TIMESTAMP	SÍ	Fecha del último intento fallido.
usua_bloqueo_hasta		TIMESTAMP	SÍ	Hora de bloqueo temporal de la cuenta.
usua_cuenta_activa		TINYINT	NO	Estado de la cuenta (0=Inactiva, 1=Activa).
usua_reset_token		VARCHAR(255)	SÍ	Token para recuperación de contraseña.
usua_reset_token_expire		TIMESTAMP	SÍ	Fecha de expiración del token.
usua_bloqueo_permanente		TINYINT	NO	Estado de bloqueo permanente (0=No, 1=Sí).
usua_estado		TINYINT	NO	Estado del usuario (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 21.
Diccionario de datos de la tabla Rol

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
rol_ID	PK	INT	NO	Identificador único del rol.
rol_nombre		VARCHAR(20)	NO	Nombre del rol.
rol_descripcion		VARCHAR(255)	SÍ	Descripción del rol.
rol_estado		TINYINT	NO	Estado del rol (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 22.
Diccionario de datos de la tabla permisos

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
perm_ID	PK	INT	NO	Identificador único del permiso.
perm_nombre		VARCHAR(100)	NO	Nombre del permiso.
perm_descripcion		TEXT	SÍ	Descripción del permiso.
perm_estado		TINYINT	NO	Estado del permiso (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 23.
Diccionario de datos de la tabla rol_permisos

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
rope_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la relación.
rope_rol	FK	INT	NO	Referencia a rol (rol_ID).
rope_permiso	FK	INT	NO	Referencia a permisos (perm_ID).
rope_estado		TINYINT	NO	Estado de la relación (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 24.
Diccionario de datos de la tabla especialidad

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
esve_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la especialidad.
esve_nombre		VARCHAR(50)	NO	Nombre de la especialidad.
esve_descripcion		VARCHAR(255)	SÍ	Descripción de la especialidad.
esve_estado		TINYINT	NO	Estado de la especialidad (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 25.
Diccionario de datos de la tabla provincia

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
prov_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la provincia.
prov_nombre		VARCHAR(50)	NO	Nombre de la provincia.
prov_estado		TINYINT	NO	Estado de la provincia (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 26.
Diccionario de datos de la tabla ciudad

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
ciud_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la ciudad.
ciud_provincia	FK	INT	NO	Referencia a provincia (prov_ID), a la que pertenece.
ciud_nombre		VARCHAR(50)	NO	Nombre de la ciudad.
ciud_estado		TINYINT	NO	Estado de la ciudad (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 27.
Diccionario de datos de la tabla sexo

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
sexo_ID	PK	INT	NO	Identificador único del sexo.
sexo_nombre		VARCHAR(20)	NO	Nombre del sexo (masculino, femenino, no definido).
sexo_estado		TINYINT	NO	Estado del registro (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 28.
Diccionario de datos de la tabla personal

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
pers_ID	PK	INT	NO	Identificador único del registro del personal.
usua_id	FK	INT	NO	Referencia a usuario (usua_ID) a quien pertenece los datos del personal.
pers_primer_nombre		VARCHAR(30)	NO	Primer nombre del personal.
pers_segundo_nombre		VARCHAR(30)	SÍ	Segundo nombre del personal.
pers_primer_apellido		VARCHAR(30)	NO	Primer apellido del personal.
pers_segundo_apellido		VARCHAR(30)	SÍ	Segundo apellido del personal.
pers_especialidad	FK	INT	SÍ	Referencia a especialidad (esve_ID).
pers_ciudad	FK	INT	NO	Referencia a ciudad(ciu_ID) de residencia.
pers_direccion		TEXT	NO	Dirección del personal.
pers_telefono		VARCHAR(50)	NO	Número de teléfono del personal.

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
pers_fecha_nacimiento		DATE	NO	Fecha de nacimiento del personal.
pers_sexo	FK	INT	NO	Referencia a sexo (sexo_ID).
pers_rol	FK	INT	NO	Referencia a rol (rol_ID) del personal.
pers_foto_perfil		TEXT	SÍ	URL o ruta de la foto de perfil del personal.
pers_estado		TINYINT	NO	Estado del registro (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 29.

Diccionario de datos de la tabla

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
focu_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la forma de comunicación.
focu_nombre		VARCHAR(20)	NO	Nombre de la forma de comunicación con el cliente.
focu_descripcion		VARCHAR(255)	SÍ	Descripción adicional de la forma de comunicación.
focu_estado		TINYINT	NO	Estado de la forma de comunicación (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 30.

Diccionario de datos de la tabla cliente

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
clie_ID	PK	INT	NO	Identificador único del cliente.
clie_cedula	Unique	VARCHAR(10)	NO	Cédula del cliente.
clie_nombre		VARCHAR(50)	NO	Nombre del cliente.
clie_apellido		VARCHAR(50)	NO	Apellido del cliente.
clie_ciudad	FK	INT	SÍ	Referencia a ciudad (ciud_ID).
clie_direccion		TEXT	SÍ	Dirección del cliente.
clie_telefono		VARCHAR(50)	NO	Número de teléfono del cliente.
clie_correo		VARCHAR(100)	SÍ	Correo electrónico del cliente.
clie_comunicacion	FK	INT	SÍ	Referencia a formas_comunicacion(focu_ID) (preferencia de contacto).
clie_fecha_registro		TIMESTAMP	NO	Fecha y hora del registro.
clie_estado		TINYINT	NO	Estado del cliente (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 31.
Diccionario de datos de la tabla especie

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
esma_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la especie de la mascota.
esma_nombre		VARCHAR(15)	NO	Nombre de la especie (perro, gato).
esma_descripcion		VARCHAR(255)	SÍ	Descripción de la especie.
esma_estado		TINYINT	NO	Estado de la especie (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 32.
Diccionario de datos de la tabla raza

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
raza_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la raza.
raza_nombre		VARCHAR(30)	NO	Nombre de la raza.
raza_especie	FK	INT	NO	Referencia a especie (esma_ID) a la que pertenece.
raza_descripcion		VARCHAR(255)	SÍ	Descripción de la raza.
raza_estado		TINYINT	NO	Estado de la raza (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 33.
Diccionario de datos de la tabla mascota

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
masc_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la mascota.
masc_nombre		VARCHAR(100)	NO	Nombre de la mascota.
masc_fecha_nacimiento		DATE	SÍ	Fecha de nacimiento de la mascota.
mascsexo		CHAR(1)	SÍ	Sexo de la mascota (M para macho, H para hembra).
masc_color		VARCHAR(50)	NO	Color principal de la mascota.
masc_tamano		CHAR(1)	SÍ	Tamaño de la mascota (P=Pequeño, M=Mediano, G=Grande).
masc_peso		DECIMAL(5,2)	SÍ	Peso de la mascota en kilogramos.

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
masc_observaciones		VARCHAR(255)	SÍ	Observaciones adicionales sobre la mascota.
masc_estado		TINYINT	NO	Estado de la mascota (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 34.

Diccionario de datos de la tabla cliente_mascota

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
clma_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la relación cliente-mascota.
clma_cliente	FK	INT	NO	Referencia a cliente (clie_ID).
clma_mascota	FK	INT	NO	Referencia a mascota (masc_ID).
clma_estado		TINYINT	NO	Estado de la relación (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 35.

Diccionario de datos de la tabla mascota_raza

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
mara_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la relación mascota-raza.
mara_mascota	FK	INT	NO	Referencia a mascota (masc_ID).
mara_raza	FK	INT	NO	Referencia a raza (raza_ID).
mara_estado		TINYINT	NO	Estado de la relación (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 36.

Diccionario de datos de la tabla imagen

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
imag_ID	PK	INT	NO	Identificador único de la imagen.
imag_mascota	FK	INT	NO	Referencia a mascota (masc_ID) a la que pertenece la imagen.
imag_fecha		TIMESTAMP	NO	Fecha de registro de la imagen.
imag_ruta		TEXT	NO	Ruta de almacenamiento de la imagen.
imag_estado_analisis		TINYINT	NO	Estado de análisis (0=Pendiente, 1=Analizado).
imag_estado		TINYINT	NO	Estado de la imagen (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 37.**Diccionario de datos de la tabla tmp**

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
tmp_ID	PK	INT	NO	Identificador único del registro temporal.
tmp_imagen	FK	INT	NO	Referencia a imagen (imag_ID).
tmp_ruta		TEXT	NO	Ruta temporal del archivo de imagen para enviar al servidor.

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024**Tabla 38.****Diccionario de datos de la tabla preprocesamiento**

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
prep_ID	PK	INT	NO	Identificador único del preprocesamiento.
prep_imagen	FK, Unique	INT	NO	Referencia única a imagen (imag_ID).
prep_fecha		TIMESTAMP	NO	Fecha en la que se realizó el preprocesamiento.
prep_ruta		TEXT	NO	Ruta del archivo generado después del preprocesamiento.
prep_estado		TINYINT	NO	Estado del preprocesamiento (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024**Tabla 39.****Diccionario de datos de la tabla análisis**

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
anali_ID	PK	INT	NO	Identificador único del análisis.
anali_fecha		TIMESTAMP	NO	Fecha en la que se realizó el análisis.
anali_imagen	FK, Unique	INT	NO	Referencia única a preprocesamiento (prep_imagen).
anali_ruta		TEXT	NO	Ruta del archivo generado tras el análisis.
anali_resultado		TINYINT	NO	Resultado del análisis (0=No hay fractura, 1=Hay fractura).
anali_estado		TINYINT	NO	Estado del análisis (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 40.
Diccionario de datos de la tabla tipo_fractura

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
tifr_ID	PK	INT	NO	Identificador único del tipo de fractura.
tifr_nombre		VARCHAR(30)	NO	Nombre del tipo de fractura.
tifr_descripcion		VARCHAR(100)	SÍ	Descripción del tipo de fractura.
tifr_estado		TINYINT	NO	Estado del registro (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Tabla 41.
Diccionario de datos de la tabla detalle_fractura

Campo	Llave	Tipo de Dato	Nulidad	Descripción
defr_ID	PK	INT	NO	Identificador único del detalle de fractura.
defr_analisis	FK	INT	NO	Referencia a análisis (anali_ID).
defr_tipo_fractura	FK	INT	SÍ	Referencia a tipo_fractura (tifr_ID) (si aplica).
defr_descripcion		VARCHAR(255)	SÍ	Descripción de la fractura detectada (si aplica).
defr_comentarios		VARCHAR(255)	SÍ	Comentarios adicionales del análisis.
defr_estado		TINYINT	NO	Estado del registro (0=Inactivo, 1=Activo).

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2024

Anexo N°15: Encuesta de satisfacción



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA COMPUTACIÓN**

Objetivo: Evaluar la satisfacción de los usuarios de la Clínica Veterinaria “Garras y Patas” con respecto a la utilización del aplicativo web y móvil para detectar fracturas en extremidades inferiores de perros.

1. ¿Cómo evaluarías el uso del aplicativo?

	1	2	3	4	5	
Muy difícil						Muy fácil

2. ¿Consideras que el diseño de la interfaz facilita la comprensión del aplicativo?

Sí ☐ **No** ☐

3. ¿Consideras que la información que se solicita es la necesaria para ingresar datos de los clientes y mascotas al aplicativo?

Sí ☐ **No** ☐

4. ¿Qué tan fácil resultó ingresar y actualizar la información en el aplicativo?

	1	2	3	4	5	
Muy difícil						Muy fácil

5. ¿Qué tan fácil resultó entender cómo funciona cada módulo del aplicativo?

	1	2	3	4	5	
Muy difícil						Muy fácil

6. ¿Qué tan fácil es comprender los mensajes y alertas que se muestran en el aplicativo?

	1	2	3	4	5	
Muy difícil						Muy fácil

7. ¿Consideras que el aplicativo funciona correctamente para la detección de fracturas en extremidades inferiores de perros?

Sí ☐ **No** ☐

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Anexo N°16: Resultados de la encuesta de satisfacción

Primera pregunta: ¿Cómo evaluarías el uso del aplicativo?

Tabla 42.

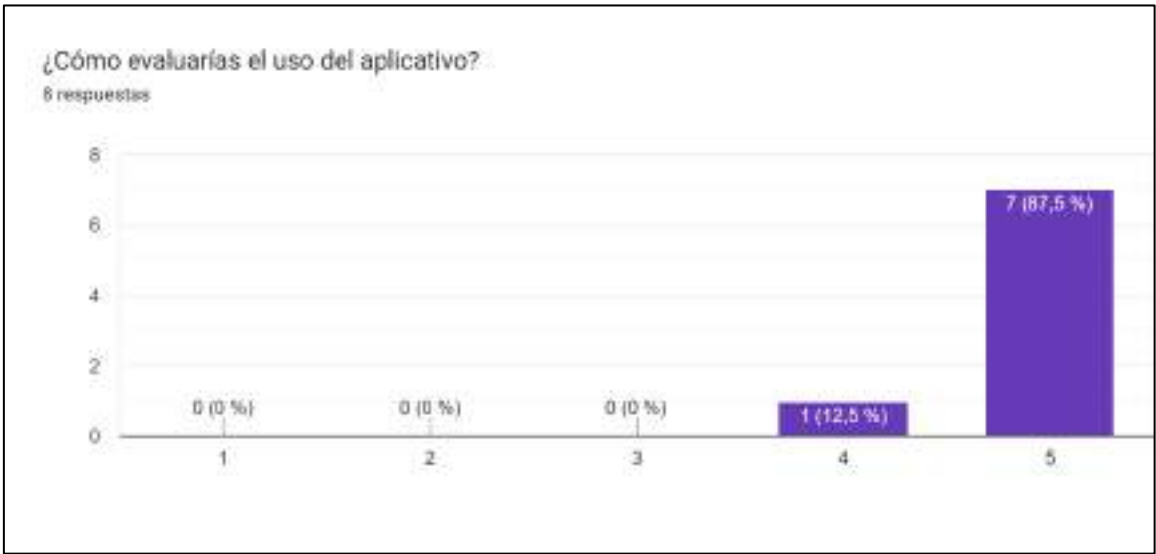
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	12,5%
5	7	87,5%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 27

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la primera pregunta de la encuesta revela que el 87,5% de los usuarios consideran que el aplicativo es muy fácil de utilizar, mientras que el 12,5% lo considera fácil, por lo que se necesitaría una retroalimentación para conocer el porqué de su respuesta.

Segunda pregunta: ¿Consideras que el diseño de la interfaz facilita la comprensión del aplicativo?

Tabla 43.

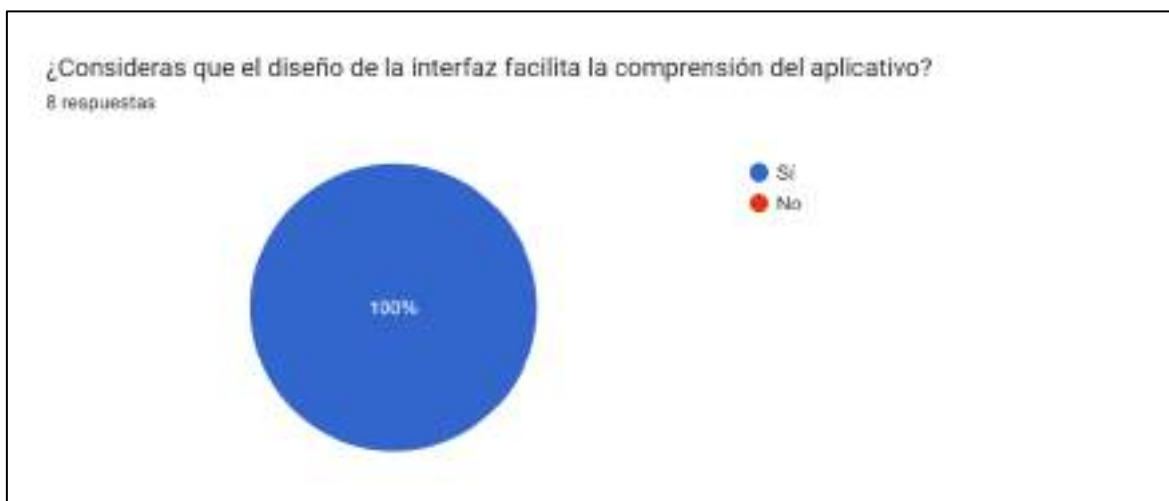
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sí	8	100%
No	0	0%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 28

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la segunda pregunta de la encuesta revela que el 100% de los usuarios consideran que el aplicativo tiene una interfaz muy intuitiva lo que facilita la comprensión del mismo.

Tercera pregunta: ¿Consideras que la información que se solicita es la necesaria para ingresar datos de los clientes y mascotas al aplicativo?

Tabla 44.

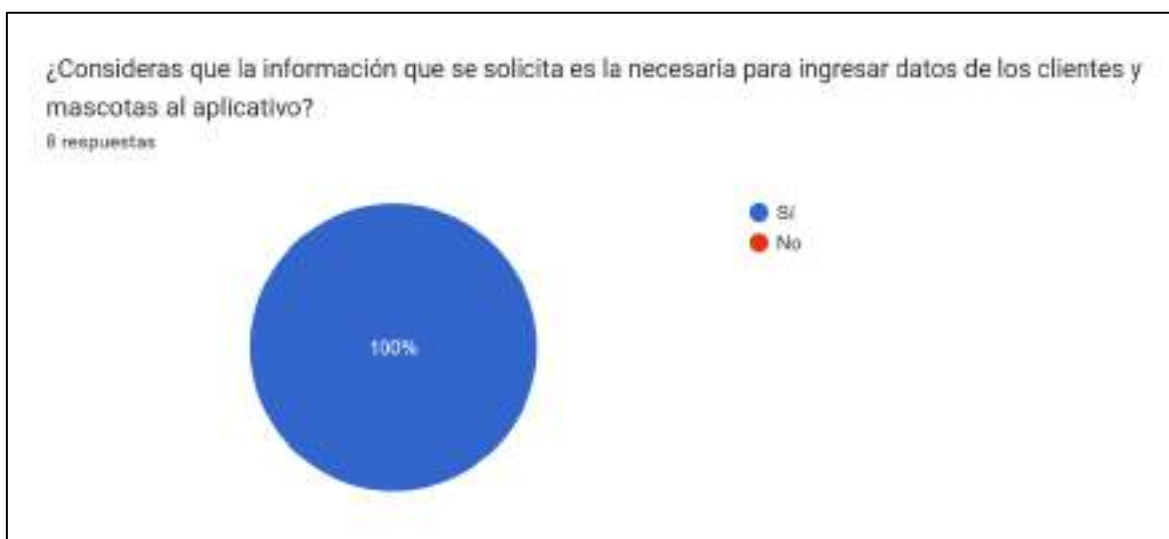
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sí	8	100%
No	0	0%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 29

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la tercera pregunta de la encuesta revela que el 100% de los usuarios consideran que la información solicitada para ingresar los datos tanto de los clientes como de las mascotas es la necesaria para mantener un registro preciso de los datos útiles para la Clínica.

Cuarta pregunta: ¿Qué tan fácil resultó ingresar y actualizar la información en el aplicativo?

Tabla 45.

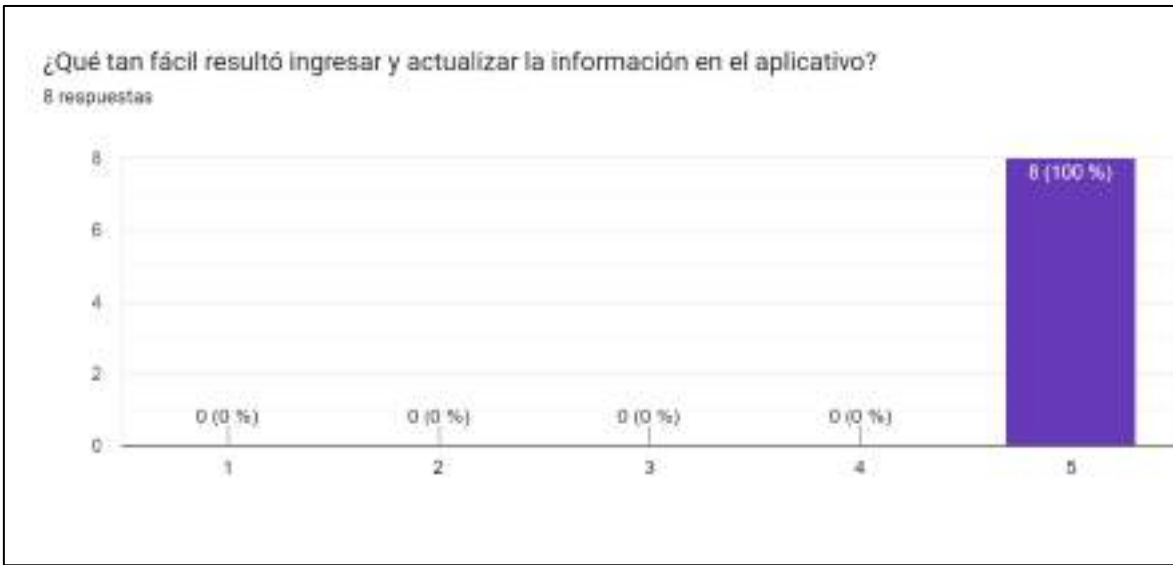
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	8	100%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 30

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la cuarta pregunta de la encuesta revela que al 100% de los usuarios les fue fácil ingresar la información al aplicativo, así como modificar los datos para mantener la información actualizada.

Quinta pregunta: ¿Qué tan fácil resultó entender cómo funciona cada módulo del aplicativo?

Tabla 46.

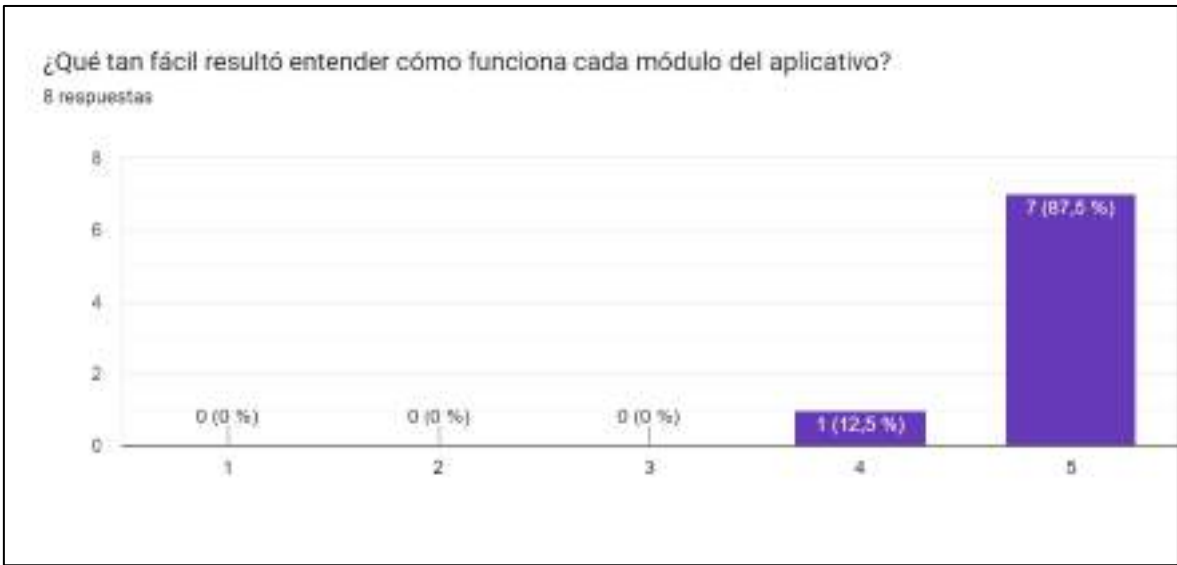
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	12,5%
5	7	87,5%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 31

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la quinta pregunta de la encuesta revela que el 87,5% de los usuarios consideran que los módulos del aplicativo son muy fáciles de entender su uso, mientras que el 12,5% lo considera fácil, por lo que se necesitaría una retroalimentación para conocer el porqué de su respuesta.

Sexta pregunta: ¿Qué tan fácil es comprender los mensajes y alertas que se muestran en el aplicativo?

Tabla 47.

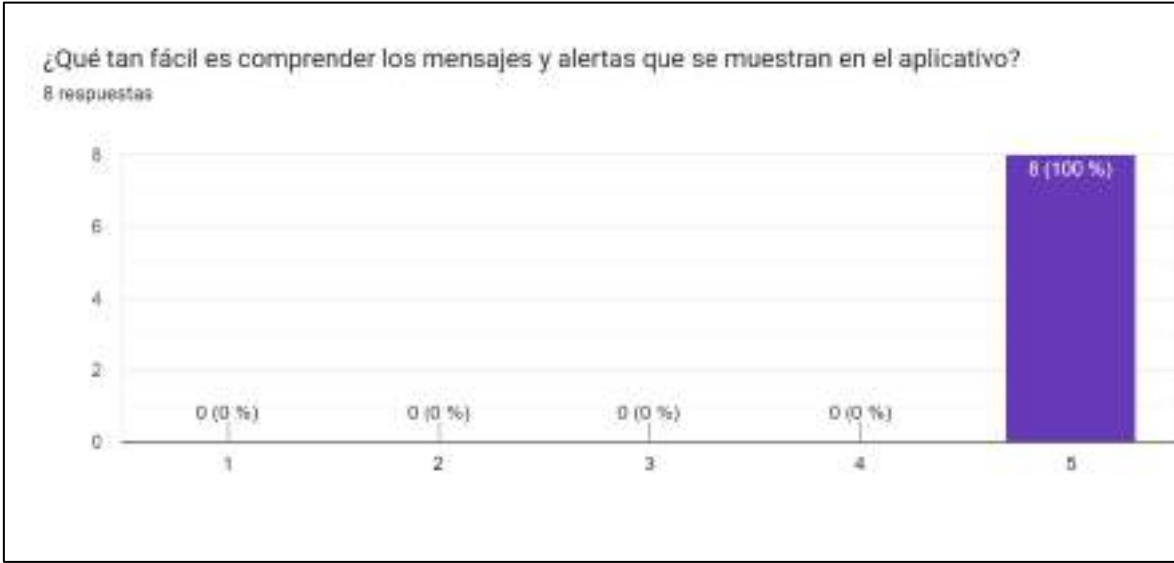
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	8	100%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 32

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la sexta pregunta de la encuesta revela que al 100% de los usuarios les fue fácil comprender los mensajes y alertas que se muestran en el aplicativo al momento de realizar alguna acción, facilitando su uso y comprensión.

Séptima pregunta: ¿Consideras que el aplicativo funciona correctamente para la detección de fracturas en extremidades inferiores de perros?

Tabla 48.

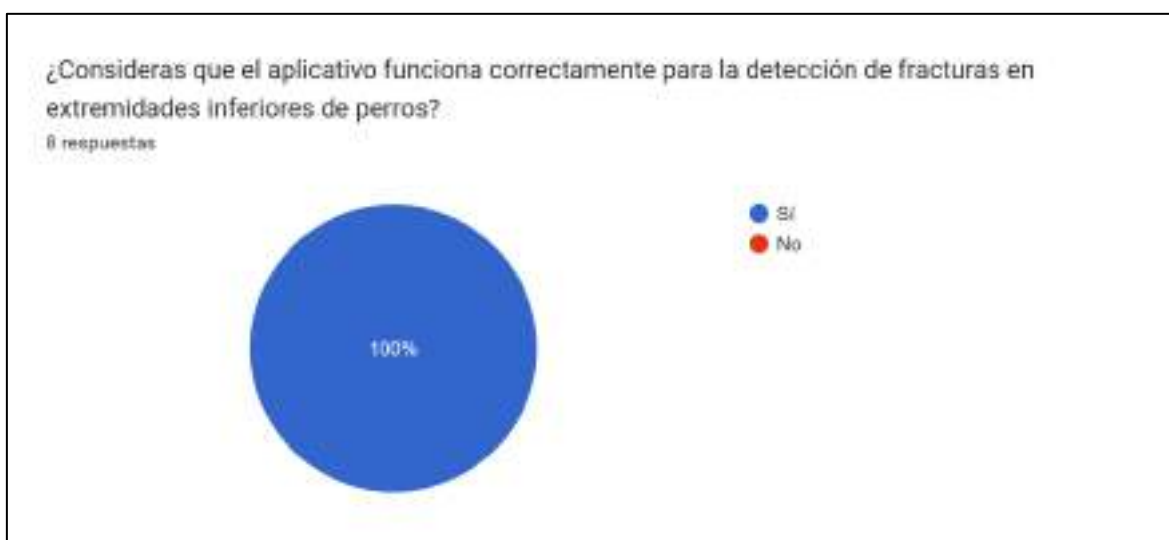
Total de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sí	8	100%
No	0	0%
Total	8	100%

Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Figura 33

Gráfica de resultados de la primera pregunta de la encuesta de satisfacción



Elaborado por: Manzaba y Medina, 2025

Análisis: Las respuestas de la séptima pregunta de la encuesta revela que el 100% de los usuarios consideran que el aplicativo cumple completamente con su funcionalidad principal la cual es detectar fracturas en extremidades inferiores de perros.

9. APÉNDICES

Apéndice N°1: Manual de usuario

El presente manual de usuario ha sido elaborado con el propósito de proporcionar a los trabajadores de la Clínica Veterinaria “Garras y Patas” una guía clara, detallada y accesible sobre el uso del sistema web y móvil. Este manual tiene como objetivo facilitar la comprensión y el manejo adecuado de cada una de las funcionalidades del sistema, permitiendo a los usuarios optimizar sus tareas diarias como el registro de pacientes, la evaluación de radiografías, la generación de reportes médicos, entre otros.

Entorno web

Pantalla de inicio de sesión

La primera pantalla del sistema corresponde al inicio de sesión, donde los usuarios deben ingresar sus credenciales: cédula de identidad y contraseña. Esta sección incluye una casilla de verificación denominada "Recuérdame", la cual permite guardar automáticamente la cédula ingresada en el dispositivo, facilitando el acceso en futuros inicios de sesión.

Adicionalmente, se presentan dos enlaces importantes:

- "Crear cuenta", para los usuarios que aún no se han registrado.
- "Recuperar contraseña", en caso de que el usuario haya olvidado su clave de acceso.

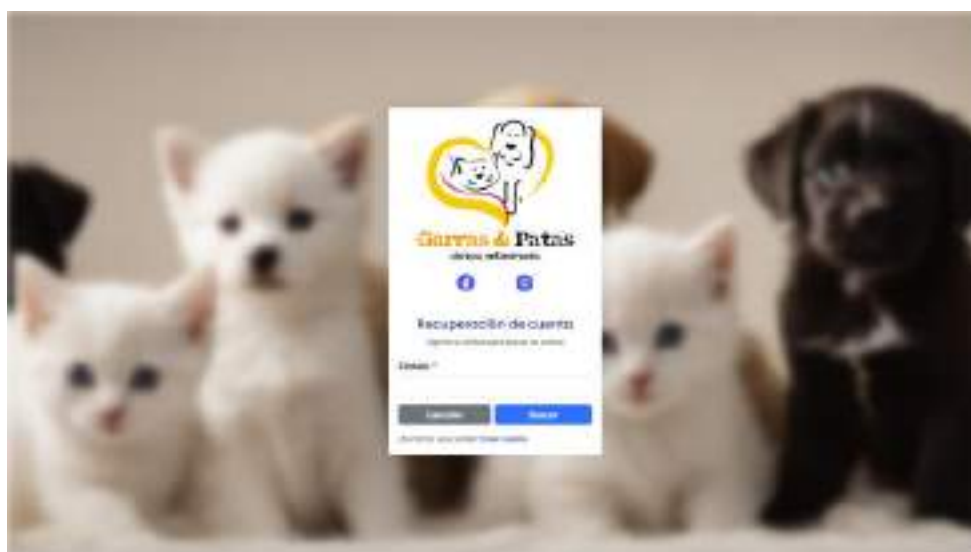
En la parte inferior del logotipo de la Clínica se ubican dos botones que redirigen directamente a las redes sociales oficiales del establecimiento, permitiendo un acceso rápido a sus canales de comunicación externa.



Pantalla de recuperación de cuenta

En esta pantalla, el usuario tiene la posibilidad de restablecer su contraseña en caso de haberla olvidado. Para ello, debe ingresar su número de cédula en el campo correspondiente. Una vez ingresado, puede hacer clic en el botón “Buscar”, el cual validará si la cédula existe en el sistema y, de ser así, enviará un correo electrónico con las instrucciones necesarias para recuperar el acceso a su cuenta.

Además, la interfaz incluye un botón “Cancelar”, que permite al usuario regresar de forma inmediata a la pantalla de inicio de sesión, sin realizar ningún cambio.



La siguiente pantalla es del correo electrónico que se envía al usuario automáticamente cuando su cédula fue encontrada en el sistema.

Clínica Veterinaria Garras y Patas

Para actualizar tu contraseña, por favor haz clic en el botón de abajo:

[Recuperar contraseña](#)

Si no has solicitado actualización de contraseña, comunícate con tu administrador.

Si tienes problemas con el botón, da clic en el siguiente enlace o copia y pégalo en tu navegador:

https://garrasypatas-fracturas.com/pages/auth/update_password.php?token=2bb526d5b928ab9c1e5761b95f178a8d8e6829aa65cd5a6fc82892bcd25c4bcb550ff1f5b91ace6dd5c191687ed0c143b84

© 2025, Clínica Veterinaria Garras y Patas | [Visitar sitio web](#)

Pantalla de Inicio

En la pantalla de inicio, se presenta una gráfica de barras que muestra la cantidad de fracturas detectadas, clasificadas por tipo. Cada barra representa un tipo distinto de fractura, identificado con un color diferente, lo que facilita su visualización. Esta pantalla permite al usuario tener una visión general del número de fracturas registradas en el sistema según su clasificación.



Pantalla de Carga de Imágenes

En esta sección del sistema, el usuario puede subir una fotografía de radiografía para que sea analizada automáticamente.

Primero, debe seleccionar al cliente correspondiente. Luego, se mostrará una lista con las mascotas registradas de ese cliente, de la cual se debe elegir a la mascota a la que pertenece la imagen. Después, se debe cargar la imagen desde el dispositivo, asegurándose de que esté en formato .jpg, .jpeg o .png.

Una vez seleccionada, se podrá visualizar una previsualización de la imagen para confirmar que es la correcta. Si la imagen no es la adecuada, se puede eliminar antes de subirla. Finalmente, se debe presionar el botón correspondiente para subir la imagen al sistema.

Cargar Imagen

carga de imágenes

Cliente *

Mascota *

Imagen Radiográfica *

Pantalla de Analizar Imágenes

En esta sección se muestran todas las imágenes que han sido subidas al sistema. Cada imagen aparece acompañada del nombre de la mascota y el nombre de su(s) dueño(s), lo que facilita su identificación.



El usuario puede hacer clic sobre cualquiera de las imágenes para desplegar opciones disponibles. Estas opciones son:

- Analizar imagen: permite iniciar el proceso de análisis automático de la radiografía seleccionada.
- Eliminar imagen: permite borrar la imagen del sistema en caso de que ya no sea necesaria o haya sido cargada por error.



Pantalla de Predicción de Imágenes

En esta sección se presentan todas las imágenes que ya han sido analizadas por el sistema. Cada imagen se muestra junto con la fotografía de la radiografía, el nombre de la mascota y el nombre de su(s) dueño(s).

Además, se indica claramente si la imagen presenta una fractura o si no se detectó ninguna. Esto permite al usuario revisar fácilmente los resultados de los análisis realizados y tomar decisiones informadas basadas en ellos.



Pantalla de Mascotas

En esta sección se puede registrar la información de las mascotas mediante un formulario, donde se ingresan todos los datos necesarios como nombre, fecha de nacimiento, sexo, color, tamaño, peso y cualquier observación importante.

Debajo del formulario, se muestra una tabla con la lista completa de las mascotas registradas en el sistema. Esta tabla permite visualizar fácilmente toda la

información ingresada y ofrece botones para modificar los datos de una mascota o eliminar un registro si es necesario.

Lista de mascotas

Ver - Agregar - Registrar

#	Nombre	Especie	Raza	Edad	Sexo	Color	Tamaño	Peso	Observaciones	Acciones
1	Tommy	Perrito	Golden Retriever	3 años	Macho	Oro	Mediano	15.11 kg	Saludable	[Editar] [Eliminar]
2	Pepe	Perrito	Chihuahua	2 años	Macho	Negro y blanco	Pequeño	3.00 kg	Saludable	[Editar] [Eliminar]
3	Rosita	Gato	Bengal	1 año	Hembra	Piel naranja	Grande	10.00 kg		[Editar] [Eliminar]
4	Samuel	Perrito	Bul Terrier	10 meses	Macho	Blanco con negro	Pequeño	2.00 kg	Problemas para comer de noche	[Editar] [Eliminar]
5	Regis	Perrito	Born - Doge	6 meses	Macho	Negro	Mediano	11.00 kg	Problemas para dormir tranquilo	[Editar] [Eliminar]
6	Tomás	Gato	Mixto	3 años	Hembra	Naranja y blanco	Pequeño	2.00 kg		[Editar] [Eliminar]
7	Mayo	Perrito	Pasta Australiano	3 años	Hembra	Naranja	Pequeño	3.00 kg		[Editar] [Eliminar]
8	Osito	Perrito	Border Collie	1 año	Macho	Azul	Pequeño	2.00 kg		[Editar] [Eliminar]
9	Cara	Perrito	Pasta Belga	4 años	Hembra	Negro	Mediano	8.00 kg		[Editar] [Eliminar]
10	Max	Perrito	Pasta Rottweiler	4 años	Macho	Blanco	Grande	10.00 kg		[Editar] [Eliminar]

Máximo registros: 10 de un total de 10 registros

Pantalla de Especies y Razas

Esta pantalla permite gestionar las especies y razas de las mascotas registradas en el sistema. Se encuentra un formulario sencillo para ingresar una nueva especie o raza, facilitando así la personalización y organización de los datos veterinarios.

Alado de cada formulario se presenta una tabla con toda la información previamente registrada, donde el usuario puede ver las especies y razas disponibles. Desde esta tabla también es posible modificar un registro o eliminarlo si ya no es necesario, manteniendo actualizada y ordenada la base de datos del sistema.

Clínica Veterinaria Garra y Pata

Inicio | Ingresar | Registro | Especies y Razas

Especies y Razas

Registrar Especie | Registrar Raza

Registrar Especie

Nombre de especie *

Descripción

Registrar especie para descripción de la mascota

Registrar Especie

Registrar Raza

Nombre de raza *

Especie de la raza *

Descripción

Registrar raza para descripción de la mascota

Registrar Raza

Máximo registros: 10 de un total de 10 registros

Lista de Especies

#	Nombre	Especie	Descripción	Acciones
1	Perrito			[Editar] [Eliminar]
2	Gato			[Editar] [Eliminar]

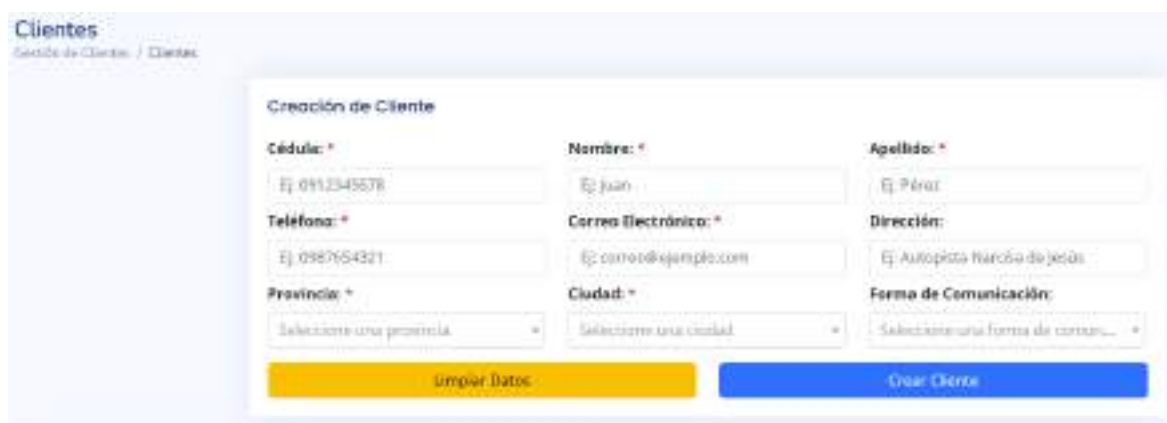
Máximo registros: 10 de un total de 10 registros

Lista de Razas

#	Nombre	Especie	Descripción	Acciones
1	Border Collie	Perrito		[Editar] [Eliminar]
2	Pasta Belga	Perrito		[Editar] [Eliminar]
3	Pasta Rottweiler	Perrito		[Editar] [Eliminar]
4	Pasta Australiano	Perrito		[Editar] [Eliminar]
5	Pasta Mixto	Perrito		[Editar] [Eliminar]
6	Born - Doge	Perrito		[Editar] [Eliminar]
7	Golden Retriever	Perrito		[Editar] [Eliminar]
8	Chihuahua	Perrito		[Editar] [Eliminar]

Pantalla de Clientes

En esta pantalla se gestiona la información de los clientes de la Clínica Veterinaria. En la parte superior se encuentra un formulario donde se pueden ingresar los datos personales de nuevos clientes, como su nombre, cédula, número de contacto, correo electrónico, entre otros.



Clientes
Sección de Clientes / Clientes

Creación de Cliente

Cédula: * Ej: 0912345678

Nombre: * Ej: Juan

Apellido: * Ej: Pérez

Teléfono: * Ej: 0987654321

Correo Electrónico: * Ej: correo@ejemplo.com

Dirección: Ej: Autopista Narciso de Jesús

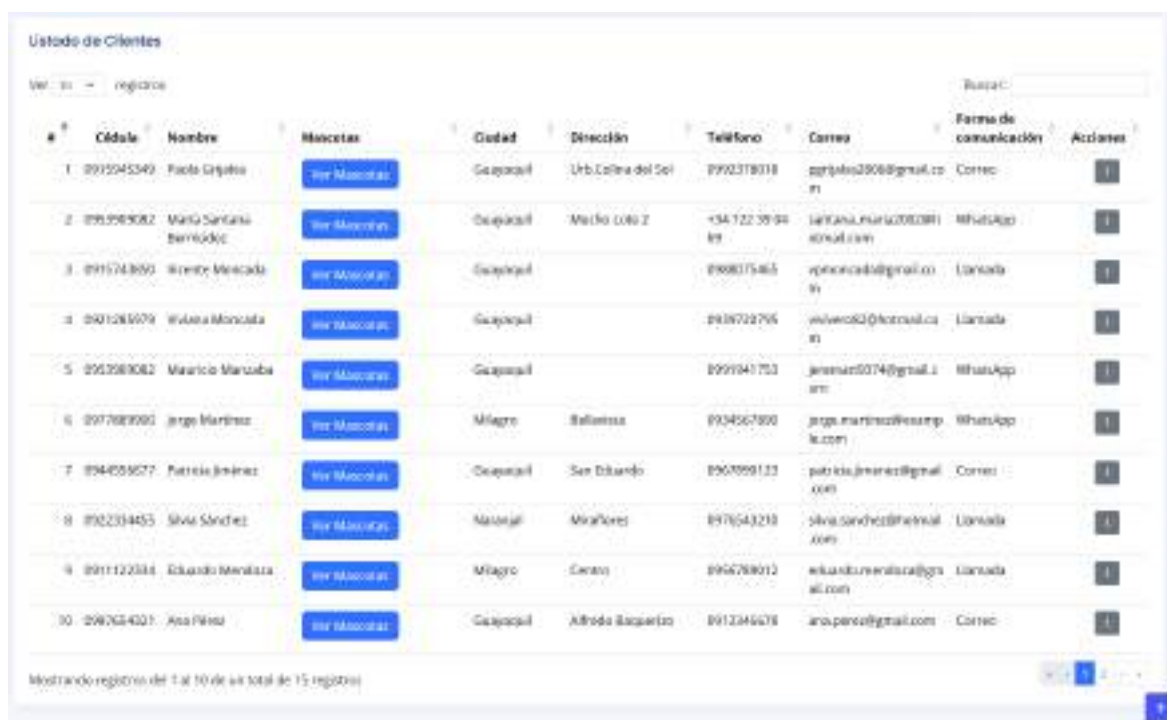
Provincia: * Seleccione una provincia

Ciudad: * Seleccione una ciudad

Forma de Comunicación: Seleccione una forma de contacto

Limpiar Datos **Crear Cliente**

Debajo del formulario se muestra una tabla que contiene todos los clientes registrados en el sistema. Esta tabla permite visualizar sus datos de forma organizada, y además ofrece botones para editar la información de un cliente o eliminar su registro si ya no es necesario. Esta funcionalidad garantiza que la información de contacto de los clientes esté siempre actualizada y disponible para futuras consultas o gestiones dentro del sistema.



Estado de Clientes

Ver: 10 registros

Buscar:

#	Cédula	Nombre	Mascotas	Ciudad	Dirección	Teléfono	Correo	Forma de comunicación	Acciones
1	0912345349	Pablo Grapes	Ver Mascotas	Guayaquil	Urb. Colina del Sol	0992378018	pgrapes2808@gmail.com	Correo	[Icono]
2	0955989082	Mario Santiago Bermúdez	Ver Mascotas	Guayaquil	Marcho CDO 2	+59122 39 94 89	laffiana.mario2003@gmail.com	WhatsApp	[Icono]
3	0915743699	Ilsemy Mercado	Ver Mascotas	Guayaquil		0988075465	yperonca8@gmail.com	Llamada	[Icono]
4	0901261679	Wileina Moncada	Ver Mascotas	Guayaquil		0938722796	wileina82@hotmail.com	Llamada	[Icono]
5	0952583082	Mauricio Mancaba	Ver Mascotas	Guayaquil		0991041753	jennet5074@gmail.com	WhatsApp	[Icono]
6	0977689980	Jorge Martinez	Ver Mascotas	Milagro	Itabensis	0934567890	jorge.martinez@ejemplo.com	WhatsApp	[Icono]
7	0944555577	Patricia Jiménez	Ver Mascotas	Guayaquil	San Eduardo	0967099123	patricia.jimenez@gmail.com	Correo	[Icono]
8	0902334455	Silvia Sánchez	Ver Mascotas	Natagali	Miraflores	0976543210	silvia.sanchez@hotmail.com	Llamada	[Icono]
9	0911223344	Eduardo Menéndez	Ver Mascotas	Milagro	Centro	0966789012	eduardo.menendez@gmail.com	Llamada	[Icono]
10	0987654321	Ana Pérez	Ver Mascotas	Guayaquil	Alfredo Baquerizo	0912345678	ana.perez@gmail.com	Correo	[Icono]

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 15 registros

Pantalla de Formas de Comunicación

En esta sección se definen y gestionan los canales mediante los cuales se contacta a los clientes, como por ejemplo WhatsApp, SMS o correo electrónico. En la parte superior encontrarás un formulario similar a los anteriores.

Debajo del formulario se despliega una tabla con todas las formas de comunicación registradas en el sistema.

Con esta funcionalidad aseguras que siempre dispones de los métodos de contacto correctos y actualizados para comunicarte con los dueños de las mascotas.

Formas de Comunicación
Inicio de Sesión / Sistema de Consultas

Creación de Forma de Comunicación

Nombre: *
Ej: Telegram

Descripción:
Ej: Canal de Telegram para la forma de comunicación

Crear

Listado de Formas de comunicación con el Cliente

Ver: 10 registros. Borrar

#	Nombre	Descripción	Acciones
1	Unicel		[Icono]
2	Correo		[Icono]
3	WhatsApp		[Icono]
4	SMS		[Icono]
5	Telegram	Prueba	[Icono]

Mostrando registros del 1 al 5 de un total de 5 registros

Pantalla de Personal

Esta pantalla permite registrar y administrar al personal que labora en la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”. Al igual que en otras secciones, en la parte superior se encuentra un formulario donde se pueden ingresar nombres y apellidos, cédula, correo electrónico, número de celular, entre otros datos relevantes para el registro de un usuario.

Personal
Inicio de Sesión / Sistema de Consultas

Creación de Usuarios / Personal

Cédula: *
Ej: 9912345678

Correo Electrónico: *
Ej: correo@ejemplo.com

Contraseña: *
Ingresar o generar una contraseña [Icono] **Generar Contraseña**

Primer Nombre: *
Ej: Juan

Segundo Nombre:
Ej: Carlos

Primer Apellido: *
Ej: Pérez

Segundo Apellido:
Ej: García

Fecha de nacimiento: *
dd/mm/aaaa

Telefono: *
Ej: 0987654321

Dirección:
Ej: Calle 1234

Provincia: *
Seleccionar provincia

Ciudad: *
Seleccionar ciudad

Sexo: *
Seleccionar sexo

Especialidad:
Seleccionar especialidad

Sal: *
Seleccionar salario

Limpiar Datos **Registrar Personal**

Debajo del formulario se encuentra un listado de los usuarios registrados en el sistema, donde está información respecto al historial de acceso de los usuarios al sistema, presentando la fecha en la que se registró la cuenta, cuándo fue la última

vez que actualizó sus datos, la fecha y hora del último acceso y el estado de la cuenta, permitiendo realizar acciones como bloquear al usuario temporal o permanentemente en función de lo que requiera la Clínica.

Historial de acceso de usuarios / Personal

Ver: 10 registros

Buscar:

#	C.I.	Nombre Completo	Fecha de Registro	Última actualización	Último acceso	Estado	Acciones
1	0951967118	Jenny Vicenta Manuaba Mancala	2025-01-05 21:40:47	2025-01-08 02:39:55	2025-01-18 00:58:30	Activo	[Icono]
2	0951969957	Matthew Manuaba Mancala	2025-01-05 18:27:02	2025-01-08 02:32:55	2025-01-17 15:01:24	Activo	[Icono]
3	0951969332	Dilan George Medina Flores	2025-01-04 23:28:09	2025-01-07 15:18:52	2025-01-29 15:18:44	Activo	[Icono]
4	0951962378	Yaguel angel Barahona Cevallos	2025-01-08 23:42:54	2025-01-08 23:42:54	2025-01-12 16:41:42	Activo	[Icono]

Mostrando registros del 1 al 4 de un total de 4 registros

Debajo se encuentra la información personal de cada usuario registrado en el sistema, permitiendo eliminar el registro o modificarlo.

Lista de usuarios / Personal de la clínica

Ver: 10 registros

Buscar:

#	C.I.	Nombre Completo	Especialidad	Ciudad	Dirección	Teléfono	Correo	Edad	Sexo	Rol	Acciones
1	0951967318	Jenny Vicenta Manuaba Mancala	Traumatología	Guayaquil	Vía Trinitaria, Coop. Fuera de los Pobres, Mz. B. 50.19	095423224	jennymanuaba28@gmail.com	23	Masculino	Administrador	[Icono]
2	0951969957	Matthew Manuaba Mancala	Ninguna	Denari	Vía Trinitaria	+593 99 117 9583	jennat0029@gmail.com	21	Masculino	Veterinario	[Icono]
3	0951969332	Dilan George Medina Flores	Ninguna	Guayaquil	Guano norte	0957394372	lgm099@hotmail.com	25	Masculino	Asistente	[Icono]
4	0951962378	Yaguel angel Barahona Cevallos	Cirujía	Guayaquil	Ciudadela la Trujita	0950969304	angel.barahona90@hotmail.com	35	Masculino	Veterinario	[Icono]

Mostrando registros del 1 al 4 de un total de 4 registros

Pantalla de Especialidades y Roles

Esta pantalla está destinada a la gestión de las especialidades (como traumatología, radiología, medicina general, etc.) y roles (como administrador, veterinario, asistente, entre otros) del personal que trabaja en la Clínica Veterinaria “Garras y Patas”.

En la parte izquierda se encuentra cada formulario que permite ingresar una nueva especialidad o un nuevo rol para que pueda ser asignado posteriormente a los trabajadores al momento de registrarlos o editarlos.

Alado de los formularios se muestra una tabla con todos los registros existentes, en la que se puede:

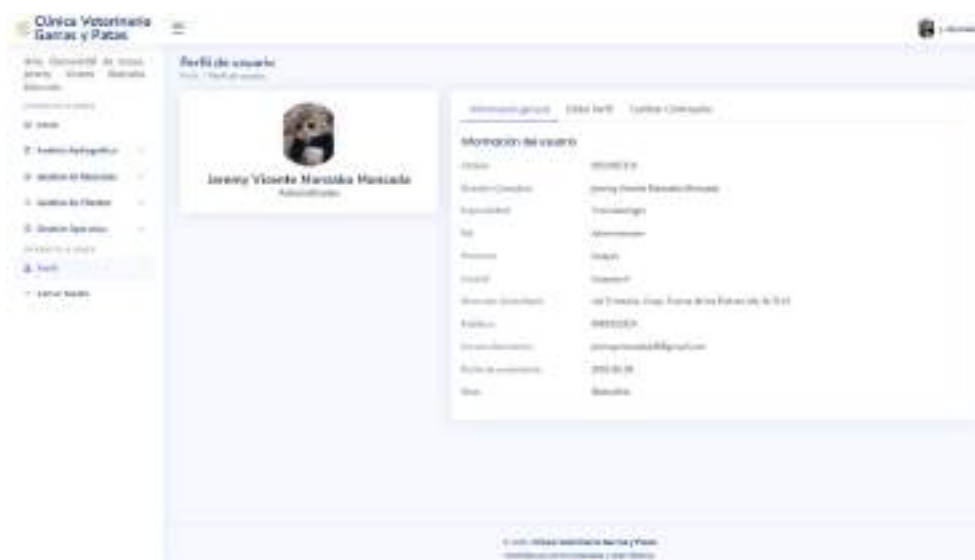
- Visualizar las especialidades y roles ya creados.
- Editar alguno de ellos en caso de que se requiera cambiar su nombre.
- Eliminar registros que ya no se utilicen.

Pantalla de Perfil de usuario

La pantalla de perfil de usuario permite a cada trabajador de la Clínica Veterinaria “Garras y Patas” gestionar su propia cuenta. Esta sección se encuentra dividida en tres partes principales:

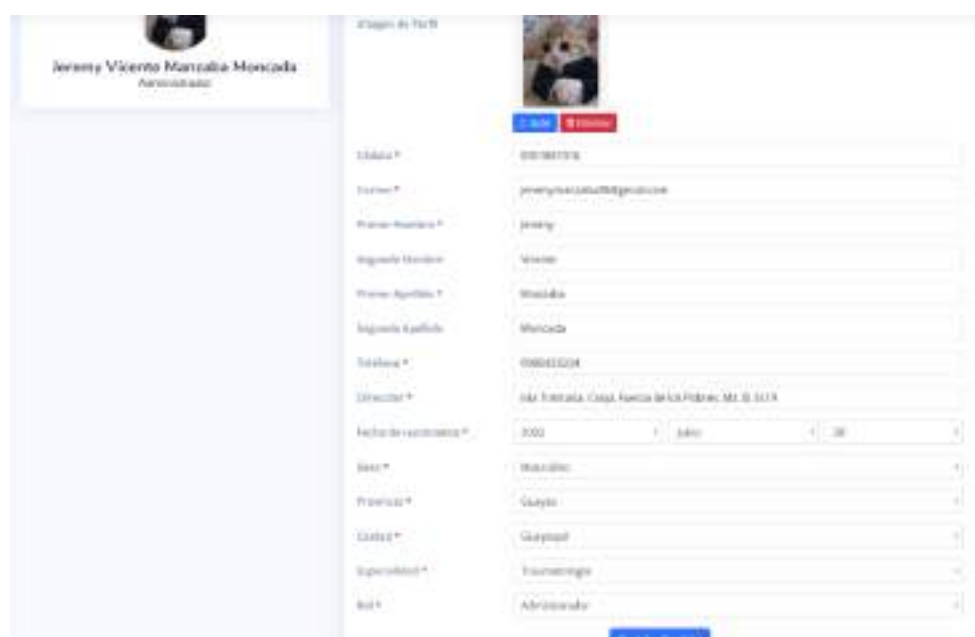
1. Visualización de Información Personal

Aquí el usuario puede consultar sus datos registrados en el sistema, como nombre, cédula, correo electrónico, rol asignado, entre otros.



2. Modificar Información Personal

Esta sección permite al usuario actualizar algunos de sus datos personales, como el nombre, teléfono o correo electrónico. Para guardar los cambios realizados, se debe hacer clic en el botón de confirmación correspondiente.



3. Cambio de Contraseña

En esta parte, el usuario puede cambiar la contraseña de acceso a su cuenta. Se solicita la contraseña actual, la nueva contraseña y una confirmación de la nueva. Esta funcionalidad contribuye a mantener la seguridad de cada cuenta.



Perfil de usuario

Información general | Editar Perfil | **Cambiar Contraseña**

Contraseña Actual: *

Nueva Contraseña: *

Repita la Nueva Contraseña: *

Cambiar Contraseña

Entorno móvil

Al iniciar la aplicación se puede observar una bienvenida al usuario:



Después de unos segundos se muestra el inicio de sesión en donde debe de ingresar las credenciales creadas previamente en la página web:



En este mismo apartado tenemos la posibilidad de recuperar la contraseña si es que la olvidamos, lo que nos llevará a la siguiente pantalla donde tendremos que introducir nuestro número de cédula:



Lo que dará como resultado que al correo electrónico registrado con ese número de cédula llegue un correo de recuperación de contraseña para que continúe el proceso en la página:



Volviendo al apartado principal, posterior a iniciar sesión se puede observar el menú principal:



Empezando por el switch de “cambiar tema” este nos permite elegir entre un tema claro u oscuro, que se aplicará en todos los apartados del aplicativo móvil:



Empezando con los botones tenemos el apartado de “gestión de clientes” donde se puede observar la información del dueño de la mascota y buscar a uno en específico:



Continuando con el siguiente módulo, tenemos “Gestión mascota” donde se podrá ver la información básica de la mascota en cuestión, realizar el análisis y búsqueda por mascota:



En este mismo apartado si se selecciona el botón de “cargar imagen” aparecerá lo siguiente:



Una vez seleccionada la foto ya sea de la galería o tomada de la cámara se mostrará así en el siguiente apartado de previsualización:

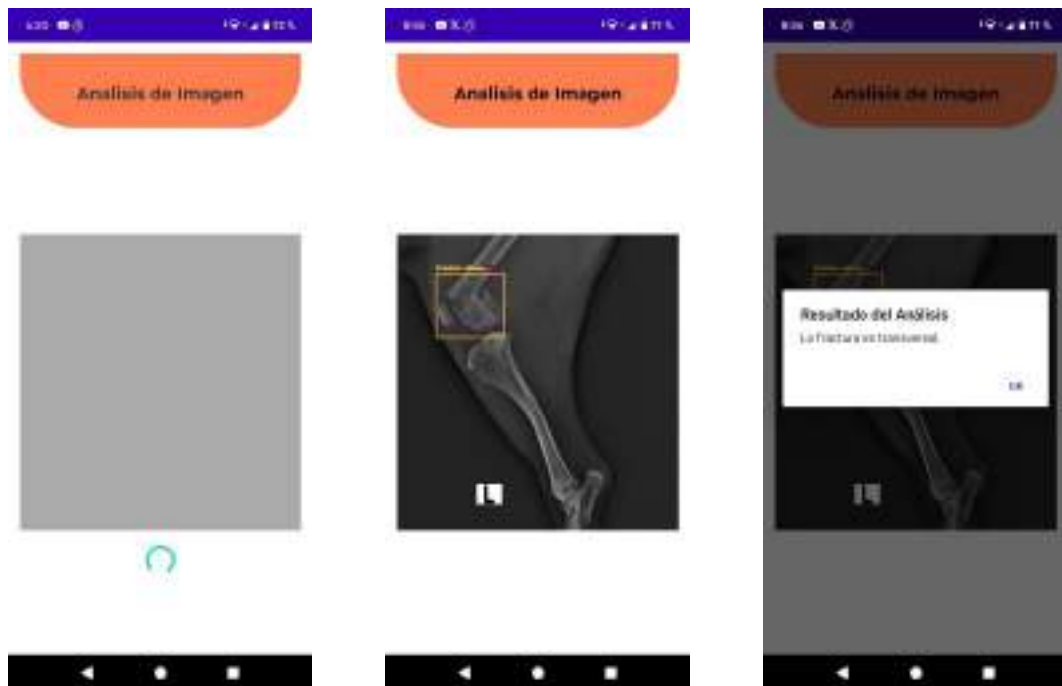


Después de eso, se da en el botón de “preprocesar imagen” para que se realice el respectivo escaneo de la imagen para el próximo paso:



A continuación, se habilitará el análisis solo si la radiografía cumple con los requisitos de ser una radiografía y ser una extremidad inferior, en el caso anterior

no lo permite ya que el botón de análisis se bloquea, pero aquí un ejemplo que si permite mostrar el análisis:



Tenemos también en apartado de fotos donde se muestran los registros con fotos de las mascotas que han sido diagnosticadas:



También tenemos el apartado donde el usuario ingresado puede ver su información personal:



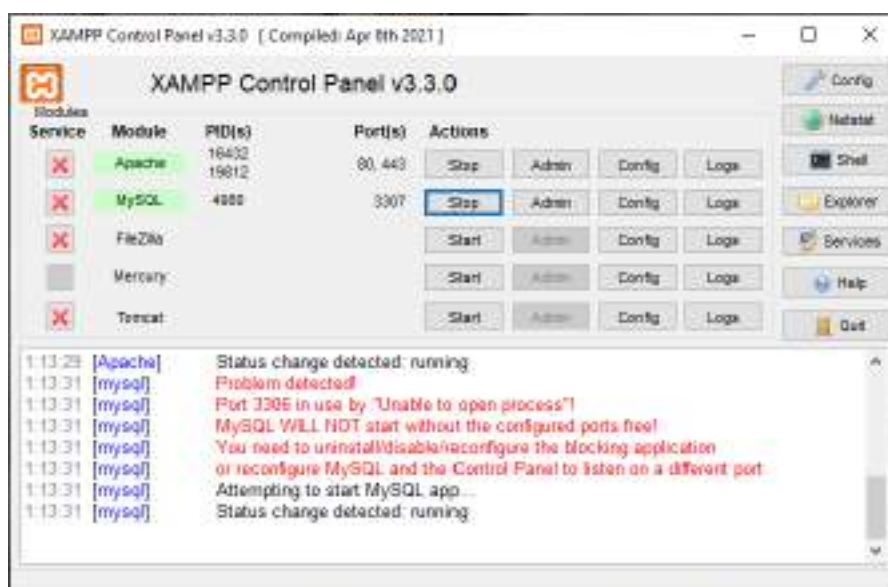
Y como ultimo tenemos el botón de salir que es el que nos sacará del sistema móvil:



Apéndice N°2: Manual técnico

Este manual técnico proporciona una guía completa para la inicialización del algoritmo que se utiliza en el sistema. Está dirigido a profesionales y detalla los procedimientos para que el algoritmo se ejecute correctamente. Para acceder al sistema web se necesita algún ordenador con conexión a internet y cualquier navegador web instalado.

El primer paso para la ejecución del algoritmo es activar los servicios de Apache y MySQL dentro del XAMPP Control Panel v3.3.0.



Después se debe ejecutar el archivo monitor.py dentro del dispositivo que funcione como servidor DDNS para que constantemente compruebe si se ha cargado una imagen para que se ejecute el algoritmo de detección.

