TRABAJO DE GRADO
Opción Investigación o Proyecto de Grado

Sistema para el monitoreo de signos vitales en mascotas

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de Ingeniería.
Ingeniería de Sistemas.

Harold Smith Martinez Tuberquia.

Giovanny Alberto Flórez Osorio.
Ingeniero Electrónico
Tutor
Proyecto de grado.
2026.

Tabla de Contenidos

Resumen 4
Palabras clave 5
Introducción, Marco teórico o de referencia 6
Introducción 6
Marco teórico 7
Bienestar animal y monitoreo preventivo 7
Monitoreo de signos vitales en medicina veterinaria 8
Telemedicina veterinaria 9
Internet de las Cosas aplicado a la salud animal 11
ESP32 y sensores biomédicos 12
MAX30102 y medición de SpO2 y BPM 13
Sistemas de información veterinarios 13
Planteamiento del problema. 14
Justificación 17
Objetivos 19
Objetivo General 19
Objetivos específicos 19
Metodología 20
Resultados y Discusión 21
Importancia de monitorear los signos vitales de las mascotas 21
Utilidad de una aplicación móvil para el seguimiento de la salud 22
Recepción de alertas inmediatas 23
Confianza en la tecnología para apoyar la atención veterinaria 24
Disposición a usar la aplicación como parte del cuidado regular 25
Conclusiones 28
Referencias 29
Anexos 31
Link del video 31
Vistas Sistema de información 31
Inicio de sesión: 31
Registro: 32
Olvido de contraseña: 32
Pantalla principal: 33
CRM: 33
Perfil - editar información: 34
Perfil - cambiar la contraseña: 35
Seguimiento - PawMonitor: 35
Seguimiento - historial: 36
Vacunas: 36
Dashboard administrador: 37
Hardware – PawMonitor 38
Materiales: 38
Conexiones: 38

Funcionamiento: 39

Lista de figuras

Figura 1 Importancia del monitoreo frecuente de signos vitales en mascotas..... 22
Figura 2 Percepción sobre el uso de una aplicación móvil..... 23
Figura 3 Interés en recibir alertas inmediatas sobre cambios críticos en la salud 24
Figura 4 Confianza en la tecnología como apoyo a la atención veterinaria 25
Figura 5 Disposición a utilizar la aplicación en el cuidado regular de la mascota 26

Resumen

En el presente proyecto de grado se propone el desarrollo de un sistema integral para el monitoreo en tiempo real para los signos vitales en mascotas, el cual llamaremos VetCare Plus, donde será asistido por un dispositivo electrónico llamado PawMonitor para la medición de los mismos. Esta propuesta surge ante la necesidad de fortalecer el seguimiento continuo de pacientes veterinarios, especialmente en escenarios de recuperación postoperatoria, enfermedades crónicas y monitoreo domiciliario, donde la observación periódica tradicional no resulta muy eficiente para detectar oportunamente enfermedades o alteraciones en su salud relevantes. El sistema integra una plataforma digital orientada a propietarios y profesionales veterinarios, permitiendo ingresar a información actualizada sobre la frecuencia cardiaca y/o saturación de oxígeno en sangre, además de llevar la base de datos de mediciones, alertas para apoyar decisiones clínicas y de cuidado preventivo.

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto articula conceptos de Internet de las Cosas con un microcontrolador ESP32, un sensor biomédico MAX30102 y una pantalla para la visualización de datos. Este enfoque se alinea con desarrollos recientes en monitoreo veterinario remoto, donde se ha demostrado la utilidad de combinar sensores biomédicos, conectividad inalámbrica y plataformas móviles para ampliar la capacidad de seguimiento de animales de compañía (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). Mediante una metodología cuantitativa de tipo descriptivo, mediante encuestas dirigidas a propietarios de mascotas en Medellín, se identificó un alto interés por soluciones de monitoreo, alertas tempranas y aplicaciones móviles para apoyar el cuidado de sus mascotas.

Los resultados obtenidos indican que el proyecto es viable desde la perspectiva técnica, social y funcional, al responder a una necesidad real del entorno veterinario y la sociedad en la gran mayoría. La propuesta contribuye al bienestar animal, evidenciando el potencial de los sistemas inteligentes de información para transformar el seguimiento

clínico de las mascotas (Rosado Castellanos et al., 2023; Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025).

Palabras clave

Monitoreo veterinario, signos vitales, Internet de las Cosas, bienestar animal, sistema de información, ESP32, MAX30102.

Introducción, Marco teórico o de referencia

Introducción

Esta nueva era digital donde se integran los servicios de salud, ha alcanzado un nivel importante en el ámbito veterinario, donde cada vez es más común el uso de tecnologías de monitoreo remoto, plataformas de gestión clínica y dispositivos de seguimiento se ha convertido en una alternativa prometedora para fortalecer el cuidado de las mascotas. En este contexto, este proyecto plantea una solución orientada al monitoreo de signos vitales en mascotas mediante el dispositivo PawMonitor, capturando datos fisiológicos relevantes y transmitirlos a una plataforma digital que facilite su consulta, el seguimiento y la toma de decisiones por parte de propietarios y profesionales veterinarios (Rosado Castellanos et al., 2023).

La propuesta responde a una necesidad creciente, muchas clínicas veterinarias y propietarios no cuentan con herramientas tecnológicas que permitan realizar un seguimiento optimo de las mascotas fuera del entorno clínico. Esta limitación es crítica en animales con enfermedades crónicas, procesos postoperatorios o predisposición a complicaciones respiratorias y cardiovasculares, situaciones en las que la detección temprana de anomalías puede marcar una diferencia significativa en la evolución del paciente (Invoxia, s. f.).

Además de su componente de hardware, el proyecto integra un sistema de información con funciones de registro, seguimiento histórico, alertas y apoyo a la gestión clínica, lo que amplía su alcance más allá de la simple captura de datos. Así, VetCare Plus se presenta como una propuesta interdisciplinaria que conecta ingeniería de sistemas, sensórica biomédica, conectividad IoT y atención veterinaria, con el propósito de generar valor tecnológico y social en el cuidado de las mascotas (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025).

Marco teórico

Bienestar animal y monitoreo preventivo

El bienestar animal es un concepto central en la medicina veterinaria contemporánea y hace referencia al estado físico y mental de los animales en relación con las condiciones en las que viven, se desarrollan y reciben atención. La Organización Mundial de Sanidad Animal reconoce que el bienestar involucra dimensiones como la salud, el confort, la nutrición adecuada, la ausencia de dolor y miedo, y la posibilidad de expresar comportamientos naturales (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2023). Esta visión del bienestar animal va más allá de entenderlo solo como la ausencia de enfermedad, porque incluye también factores fisiológicos, de comportamiento y del entorno que influyen directamente en la calidad de vida del animal. En el caso de los animales de compañía, el bienestar adquiere una dimensión especial por el lugar que ocupan dentro de la familia. Distintas fuentes señalan que muchos propietarios consideran a sus mascotas como miembros del hogar, lo que aumenta la demanda de atención integral, seguimiento clínico y servicios orientados a la prevención (Universidad Nacional Autónoma de México, 2022; Invoxia, s. f.). Este cambio cultural ha impulsado nuevas formas de cuidado, más continuas, personalizadas y basadas en información confiable, y no solo en observaciones ocasionales o en visitas esporádicas al consultorio.

La medicina preventiva se convierte, entonces, en una herramienta clave para hacer realidad este enfoque de bienestar. En pequeños animales, incluye acciones como la vacunación, la desparasitación, los controles periódicos, el seguimiento nutricional y el monitoreo de parámetros fisiológicos que permitan detectar cambios antes de que se conviertan en problemas clínicos graves. Dentro de este enfoque, el monitoreo preventivo de signos vitales aporta ventajas importantes, porque ayuda a observar tendencias, identificar desviaciones tempranas y generar alertas que respalden la intervención oportuna del médico veterinario (Invoxia, s. f.).

La importancia del monitoreo preventivo también se ha demostrado en investigaciones del sector pecuario. El trabajo de Girón Castellanos muestra que la observación sistemática, la aplicación de estrategias sanitarias y la detección temprana de prácticas de bienestar son fundamentales para reducir afecciones y mejorar el manejo de los animales (Girón Castellanos, s. f.). Aunque este estudio se enfoca en animales de producción, sus planteamientos son útiles para entender que la prevención y el seguimiento continuo son principios que pueden aplicarse igualmente a las mascotas, sobre todo cuando se busca apoyar las decisiones clínicas con información registrada de manera estructurada.

En este contexto, el desarrollo de sistemas tecnológicos que automaticen la recolección de signos vitales se ubica dentro de una perspectiva actual de bienestar animal. Estos sistemas no sustituyen el criterio profesional del veterinario, pero sí refuerzan su capacidad de observación y respuesta, al ofrecer datos objetivos sobre el estado fisiológico del animal en situaciones donde no es posible mantener una vigilancia humana permanente (Invoxia, s. f.; Rosado Castellanos et al., 2023).

Monitoreo de signos vitales en medicina veterinaria

Los signos vitales constituyen indicadores fisiológicos básicos para valorar el estado general de salud de un paciente. En medicina veterinaria, los parámetros más utilizados para el seguimiento clínico son la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria, la temperatura corporal y la saturación de oxígeno en sangre, los cuales permiten inferir el funcionamiento cardiovascular, respiratorio y metabólico del animal. Estos indicadores son de especial importancia en escenarios de anestesia, recuperación postoperatoria, sospecha de infecciones, manejo de enfermedades crónicas y control de razas con predisposición a trastornos respiratorios.

Pese a su relevancia, en la práctica veterinaria tradicional la medición de signos vitales suele realizarse de forma puntual durante la consulta presencial. Esta forma de seguimiento es útil para obtener una valoración clínica inmediata, pero presenta limitaciones cuando se requiere conocer la evolución del paciente en su entorno

cotidiano, especialmente durante la noche, en el domicilio o en periodos intermedios entre controles clínicos (Invoxia, s. f.). Como resultado, pueden pasar inadvertidas alteraciones transitorias o progresivas que solo se manifiestan fuera del consultorio.

En los últimos años se ha hecho cada vez más común el diseño de prototipos orientados a registrar signos vitales de los animales de forma remota y continua. Un ejemplo claro es la tesis desarrollada en la Universidad Nacional de Chimborazo, donde se plantea un prototipo de monitoreo veterinario y rastreo de mascotas basado en LoRaWAN. Este sistema integra sensores biomédicos para medir frecuencia cardiaca y SpO2 mediante el módulo MAX30102, además de temperatura y actividad física, procesando toda la información con un ESP32 y almacenándola en Firebase para su visualización en una aplicación móvil (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). Este antecedente resulta especialmente relevante porque muestra que la combinación de sensórica biomédica, procesamiento embebido y plataformas digitales puede ofrecer soluciones confiables para el monitoreo veterinario en tiempo real.

La importancia de estos desarrollos radica en que el monitoreo continuo permite construir historiales fisiológicos, identificar cambios sostenidos y complementar la evaluación clínica con datos objetivos. En pacientes con patologías respiratorias, cardiovasculares o en procesos postoperatorios, disponer de registros frecuentes de BPM y SpO2 mejora la capacidad de detectar episodios críticos o variaciones que requieren atención temprana (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025; Invoxia, s. f.). De este modo, el monitoreo de signos vitales deja de ser una práctica limitada al momento de la consulta y se convierte en una herramienta estratégica para fortalecer el cuidado longitudinal de los pacientes veterinarios.

Telemedicina veterinaria

La telemedicina veterinaria puede entenderse como el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones para prestar servicios de salud animal a distancia. En este grupo se incluyen la teleconsulta, la teleorientación, el seguimiento remoto, el

intercambio de información clínica y el apoyo para priorizar casos. La literatura especializada muestra que este campo ha cobrado importancia en los últimos años, en parte por el crecimiento del mercado de mascotas, la necesidad de mejorar el acceso a servicios veterinarios y la búsqueda de modelos de atención más ágiles y flexibles (Rosado Castellanos et al., 2023).

Los estudios sobre telemedicina veterinaria resaltan varios beneficios, entre ellos la continuidad del cuidado, la posibilidad de hacer seguimiento a pacientes fuera de la clínica, la reducción de desplazamientos innecesarios y el fortalecimiento de la comunicación entre el veterinario y el propietario (Rosado Castellanos et al., 2023). No obstante, también se reconoce que la telemedicina no reemplaza la consulta presencial cuando se requiere un examen físico, pruebas diagnósticas directas o una intervención terapéutica inmediata. Su aporte principal es complementar la atención tradicional mediante herramientas de información, clasificación inicial de casos y observación remota.

Dentro de este panorama, los sistemas de monitoreo remoto de signos vitales se convierten en un complemento natural de la telemedicina, porque añaden datos fisiológicos medibles al proceso de seguimiento. Mientras una videollamada o una orientación a distancia se basan en lo que el propietario observa y describe, la inclusión de variables como la frecuencia cardiaca y la SpO2 permite enriquecer el criterio clínico con información objetiva, ya sea en tiempo real o consultando el historial de mediciones (Invoxia, s. f.; Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025).

En el caso del proyecto VetCare Plus, la telemedicina no se limita a la idea de una simple consulta virtual. Más bien, se plantea como un sistema de seguimiento apoyado en sensores, almacenamiento digital y visualización remota. La plataforma, al ofrecer acceso a registros, historiales y alertas, facilita que el profesional veterinario complemente su evaluación con datos recientes o previos del paciente, lo que contribuye a brindar una atención más informada y oportuna (Rosado Castellanos et al., 2023).

Internet de las Cosas aplicado a la salud animal

El Internet de las Cosas (IoT) se entiende como la conexión entre objetos físicos que cuentan con sensores, capacidad de procesamiento y conectividad, de modo que puedan recoger datos y enviarlos a sistemas digitales para su análisis y uso posterior. En el campo de la salud animal, estas tecnologías se han aplicado a tareas como la vigilancia de parámetros fisiológicos, el seguimiento del comportamiento, la localización de animales, el control de condiciones ambientales y la automatización de procesos de manejo o atención (La Técnica, 2024).

La adopción de IoT en el sector animal se ha visto con mayor fuerza en contextos agropecuarios, donde se utiliza para monitorear la temperatura corporal, la actividad, la alimentación o el movimiento del ganado. Sin embargo, su uso también ha llegado al ámbito de las mascotas, impulsado por el desarrollo de dispositivos portátiles y aplicaciones móviles para el rastreo, la actividad física y el control del estado general de salud (Invoxia, s. f.; La Técnica, 2024). Esta evolución evidencia que la salud animal puede beneficiarse de soluciones tecnológicas que combinen captura de datos, conectividad y visualización remota.

Los trabajos sobre IoT en salud animal señalan varias ventajas, entre ellas una mejor trazabilidad de la información, la detección temprana de anomalías, el aprovechamiento del tiempo de observación, la disminución de tareas manuales y el apoyo a la toma de decisiones basada en datos (La Técnica, 2024). Al mismo tiempo, se mencionan desafíos relacionados con la duración de la batería de los dispositivos, la precisión de los sensores, las limitaciones de conectividad en ciertos entornos y la necesidad de diseñar soluciones cómodas y seguras para los animales.

Dentro de este contexto, la tesis sobre monitoreo veterinario con LoRaWAN se presenta como un antecedente importante, ya que expone una arquitectura IoT aplicada específicamente a mascotas. En esta propuesta, sensores biomédicos y de actividad recolectan datos, un ESP32 los procesa, un módulo de comunicación los transmite y una aplicación móvil permite la visualización de la información (Arévalo Ocaña & Robalino

Navarrete, 2025). Este planteamiento se relaciona conceptualmente con VetCare Plus, cuyo aporte se centra en integrar el monitoreo de signos vitales con una plataforma de información clínica y seguimiento remoto.

ESP32 y sensores biomédicos

El ESP32 es un microcontrolador muy utilizado en proyectos de Internet de las Cosas por su bajo costo, su consumo energético reducido y porque incluye conectividad WiFi y Bluetooth en el mismo chip. Estas características lo convierten en una opción adecuada para dispositivos que necesitan tomar datos desde sensores, hacer un procesamiento básico y luego enviar la información a la nube o a aplicaciones móviles (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025).

En sistemas de monitoreo fisiológico, el ESP32 puede asumir varias tareas al mismo tiempo, como la adquisición de señales, el preprocesamiento, el filtrado básico, el cálculo de parámetros y la transmisión inalámbrica. En la investigación desarrollada en la Universidad Nacional de Chimborazo se lo utilizó justamente como nodo central del prototipo veterinario, encargado de verificar, filtrar y organizar los datos provenientes de sensores biomédicos y de localización antes de enviarlos a Firebase a través de LoRaWAN (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). Este antecedente refuerza la pertinencia del ESP32 en desarrollos orientados a salud animal, ya que permite soluciones compactas, portátiles y adaptables.

Su relevancia dentro del proyecto no es solo técnica, sino también metodológica. Escoger un dispositivo como el ESP32 facilita diseñar una arquitectura escalable, en la que se puedan incorporar nuevos sensores o funciones sin tener que rehacer todo el sistema desde cero. Además, al tratarse de una plataforma ampliamente documentada y de bajo costo, favorece la prototipación, la reducción de gastos y la posibilidad de replicar el desarrollo en otros contextos académicos o de investigación.

MAX30102 y medición de SpO2 y BPM

El sensor MAX30102 es un módulo pensado para medir de forma no invasiva la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno en sangre mediante fotopletismografía. En esta técnica se emite luz roja e infrarroja sobre un tejido con buena irrigación y se analizan los cambios en la luz absorbida o reflejada, que varían según el pulso y el nivel de oxigenación (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). A partir de esa señal óptica procesada, el sensor puede entregar estimaciones de BPM y SpO2 útiles para el monitoreo.

Si bien su uso se ha difundido sobre todo en aplicaciones de salud humana, el MAX30102 también se ha incorporado en prototipos orientados a la medicina veterinaria. La tesis desarrollada en la Universidad Nacional de Chimborazo reporta su aplicación para medir frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en canes, comparando los resultados con un equipo veterinario certificado y encontrando una coincidencia importante entre ambas mediciones (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). Este resultado respalda académicamente su elección como sensor principal en proyectos de monitoreo de signos vitales en mascotas.

El valor de este tipo de medición está en que tanto la frecuencia cardiaca como la SpO2 aportan información clave para identificar alteraciones fisiológicas. Cambios sostenidos o críticos en estos parámetros pueden relacionarse con dolor, estrés, hipoxia, compromiso cardiorrespiratorio o una recuperación inadecuada. Por eso, integrar un sensor capaz de estimar estas variables de forma continua añade un componente clínico relevante y fortalece el enfoque preventivo del proyecto (Invoxia, s. f.; Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025).

Sistemas de información veterinarios

Los sistemas de información veterinarios son plataformas diseñadas para organizar de manera estructurada datos clínicos, administrativos y operativos relacionados con la atención de animales. Entre sus funciones habituales se encuentran el registro de

pacientes, las historias clínicas, el agendamiento de citas, el control de vacunación, el seguimiento de tratamientos, la generación de reportes y la comunicación con los propietarios (Universidad Cooperativa de Colombia, s. f.). Al digitalizar estos procesos se reduce la dependencia de registros en papel, se mejora la trazabilidad de la información y se facilita la consulta y actualización de datos en tiempo real.

En un contexto donde los servicios veterinarios avanzan hacia modelos más personalizados y apoyados en tecnología, estos sistemas adquieren un papel estratégico. No solo contribuyen a optimizar la gestión interna de la clínica, sino que también refuerzan la relación con los usuarios mediante recordatorios, historiales accesibles, seguimiento de procedimientos y servicios de comunicación o monitoreo complementarios (Universidad Cooperativa de Colombia, s. f.; Invoxia, s. f.). Esta evolución se relaciona con la incorporación de enfoques de CRM y de experiencia de usuario en el sector veterinario, donde la confianza y la continuidad del cuidado resultan determinantes.

Cuando un sistema de información se integra con dispositivos de monitoreo, su alcance se amplía de manera notable. Deja de limitarse a datos administrativos para incluir variables fisiológicas, mostrar tendencias, generar alertas y apoyar decisiones clínicas y preventivas. Este es el enfoque de VetCare Plus, que contempla módulos para el registro de usuarios y mascotas, historial de monitoreo, paneles de administración, control de vacunas y vistas específicas para seguir el funcionamiento del dispositivo PawMonitor.

Planteamiento del problema.

En la actualidad, el cuidado de las mascotas ha cobrado una importancia creciente en los entornos urbanos, donde los animales de compañía son considerados parte del núcleo familiar y reciben una atención cada vez más especializada. Esto ha generado una demanda mayor de servicios veterinarios orientados no solo al tratamiento de enfermedades, sino también a la prevención, al seguimiento continuo y a la atención integral del bienestar animal (Universidad Nacional Autónoma de México, 2022; Invoxia,

s. f.). Sin embargo, a pesar de esta evolución, muchas clínicas veterinarias y propietarios todavía carecen de herramientas tecnológicas eficaces para realizar un monitoreo constante del estado fisiológico de las mascotas fuera del consultorio.

Esta situación representa una limitación importante en el seguimiento de animales que se encuentran en recuperación postoperatoria, presentan enfermedades crónicas o pertenecen a razas con predisposición a complicaciones cardiorrespiratorias. En estos casos, la evaluación puntual durante una consulta clínica puede no ser suficiente para identificar alteraciones tempranas o eventos críticos que ocurren en el domicilio, en momentos en los que el profesional no tiene acceso directo al paciente (Invoxia, s. f.; Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). La ausencia de mecanismos de monitoreo remoto hace más difícil detectar a tiempo cambios en parámetros clave como la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno en sangre, lo que limita la capacidad de reaccionar ante emergencias o deterioros progresivos. Además, en muchos casos los propietarios de mascotas no disponen de medios confiables para conocer el estado fisiológico de sus animales en tiempo real y se basan sobre todo en signos visibles o cambios de comportamiento, que no siempre permiten identificar con precisión situaciones de riesgo. Esta dependencia de observaciones subjetivas puede retrasar la búsqueda de atención veterinaria y aumentar la probabilidad de complicaciones que podrían evitarse (Invoxia, s. f.). A esto se suma que muchas clínicas veterinarias aún manejan gran parte de la información clínica con procesos dispersos, sin una integración adecuada de herramientas para seguimiento remoto, almacenamiento histórico y comunicación digital con el cliente (Universidad Cooperativa de Colombia, s. f.).

Los trabajos sobre telemedicina veterinaria y monitoreo remoto señalan que las tecnologías de sensado, conectividad y gestión digital pueden ayudar de forma importante a enfrentar estas dificultades, al permitir registrar variables fisiológicas, consultar historiales y generar alertas que apoyen la toma de decisiones clínicas (Rosado Castellanos et al., 2023; Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). Sin embargo, todavía existe una brecha entre estas capacidades tecnológicas y su implementación en

soluciones concretas, accesibles y pensadas específicamente para mascotas en el contexto local.

En este marco, aparece la necesidad de contar con un sistema integral que combine un dispositivo electrónico para medir signos vitales con una plataforma de información veterinaria. De este modo, propietarios y profesionales podrían disponer de datos actualizados, historiales y alertas en tiempo real sobre la salud de la mascota. Atender este problema no solo mejora la vigilancia clínica, sino que también impulsa la prevención, la eficiencia del servicio veterinario y la calidad del cuidado animal.

Justificación

La justificación de este proyecto se apoya en motivos académicos, tecnológicos, sociales y funcionales. Desde el ámbito académico, la propuesta integra conocimientos de ingeniería de sistemas, electrónica embebida y gestión de la información con una problemática real del entorno veterinario, lo que la convierte en una aplicación interdisciplinaria con relevancia investigativa y práctica (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). Al desarrollar un sistema de monitoreo veterinario se muestra cómo tecnologías emergentes, en particular el Internet de las Cosas y los sistemas de información, pueden ponerse al servicio de necesidades concretas del sector de la salud animal (La Técnica, 2024; Universidad Cooperativa de Colombia, s. f.).

En la dimensión tecnológica, el proyecto resulta pertinente porque plantea una arquitectura basada en un microcontrolador ESP32, un sensor MAX30102, una pantalla OLED y una plataforma digital para gestionar la información recolectada. Esta combinación está en línea con desarrollos recientes de monitoreo veterinario remoto, en los que se ha demostrado la viabilidad de utilizar sensores biomédicos y conectividad inalámbrica para registrar variables fisiológicas y transmitirlas a aplicaciones móviles o sistemas en la nube (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025). De este modo, la propuesta no surge como una idea aislada, sino que se alinea con tendencias tecnológicas verificables y adaptables al contexto académico y local.

En cuanto a la justificación social, el proyecto responde a la necesidad de mejorar la calidad del cuidado que reciben las mascotas y de ofrecer a los propietarios herramientas que aumenten su tranquilidad y su capacidad de reacción ante cambios en la salud de sus animales. Al facilitar un monitoreo más cercano y datos objetivos sobre signos vitales, se promueve una atención más oportuna y se contribuye al bienestar general de los pacientes veterinarios y de las familias que los consideran parte de su núcleo familiar. La literatura sobre monitoreo de salud de mascotas indica que el acceso a información fisiológica en tiempo real fortalece el seguimiento preventivo y reduce la dependencia exclusiva de observaciones subjetivas del comportamiento animal (Invoxia, s. f.). Además, los

resultados de la encuesta aplicada dentro del proyecto muestran una alta aceptación por parte de los propietarios frente al uso de una aplicación móvil, la recepción de alertas y el monitoreo frecuente de signos vitales, lo que demuestra una disposición favorable hacia la adopción de este tipo de solución.

Desde el ámbito funcional y operativo, la propuesta también se justifica porque puede apoyar a las clínicas veterinarias en la organización de la información, el seguimiento longitudinal de pacientes y la diferenciación de sus servicios. Los sistemas de información veterinarios permiten gestionar historiales, vacunas, citas y datos clínicos de manera estructurada, mientras que la integración con dispositivos de monitoreo amplía su valor al incluir información fisiológica generada automáticamente (Universidad Cooperativa de Colombia, s. f.). Esto favorece una atención más eficiente, mejora la trazabilidad de los casos y abre posibilidades de innovación en servicios de seguimiento postoperatorio, teleorientación y cuidado preventivo (Rosado Castellanos et al., 2023).

Finalmente, el proyecto se justifica porque responde a una tendencia global de transformación digital en salud, aplicada en este caso al bienestar animal. El desarrollo de VetCare Plus y PawMonitor representa una oportunidad para ofrecer una solución tecnológica con potencial de impacto real en el entorno veterinario, al fortalecer la prevención, apoyar la toma de decisiones y contribuir a una atención más continua, informada y centrada en las necesidades del paciente y su propietario.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un sistema de información integral que permita el monitoreo en tiempo real de signos vitales en mascotas mediante el dispositivo PawMonitor, facilitando la gestión médica, la atención personalizada y la toma de decisiones basada en datos.

Objetivos específicos

- Diseñar una plataforma digital con funcionalidades de registro, seguimiento y gestión clínica de mascotas.

- Implementar el dispositivo PawMonitor para la recolección y análisis de datos fisiológicos.

- Evaluar la aceptación y percepción de los propietarios de mascotas frente al uso de un sistema de monitoreo de signos vitales apoyado en una aplicación móvil.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, con el objetivo de conocer la percepción y la disposición de los propietarios de mascotas frente al uso de tecnologías para el monitoreo de signos vitales. Este enfoque se ajusta al propósito del proyecto, porque permite medir el nivel de aceptación social de la solución propuesta y analizar su viabilidad desde el punto de vista del usuario final.

Se trabajó con un diseño no experimental y transversal, en el que se aplicaron encuestas estructuradas a propietarios de mascotas. La población objetivo estuvo conformada por personas residentes en Medellín que conviven con animales de compañía y que podrían beneficiarse del uso de herramientas digitales para el seguimiento de la salud de sus mascotas. La muestra estuvo compuesta por 45 participantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta la accesibilidad y la disposición para participar.

Como técnica de recolección de información se utilizó una encuesta digital con preguntas cerradas y escalas de respuesta tipo Likert y dicotómica, aplicada a través de formularios en línea. En el instrumento se incluyeron dimensiones como la importancia del monitoreo frecuente, la utilidad percibida de una aplicación móvil, la aceptación de alertas inmediatas, la confianza en la tecnología como apoyo a la atención veterinaria y la disposición a usar el sistema como parte del cuidado regular de la mascota.

En el componente ético, se solicitó el consentimiento informado de todos los participantes y se garantizó la confidencialidad de los datos recogidos. La información obtenida se utilizó únicamente con fines académicos y de análisis del proyecto, respetando principios de respeto, beneficencia y manejo responsable de los datos.

Resultados y Discusión

La encuesta aplicada a 45 dueños de mascotas tuvo como objetivo identificar el nivel de aceptación, confianza y disposición hacia la implementación de un sistema innovador de monitoreo de signos vitales mediante una aplicación móvil, en coherencia con los propósitos del proyecto actual.

Importancia de monitorear los signos vitales de las mascotas

¿Considera importante monitorear frecuentemente los signos vitales de su mascota?

De un total de 45 encuestados, una amplia mayoría equivalente al 88,9% considera que es importante monitorear de manera frecuente los signos vitales de sus mascotas. Un 8,9% expresó que “posiblemente” lo haría, mientras que solo un pequeño grupo, cercano al 2%, respondió negativamente. Este resultado evidencia una clara conciencia preventiva entre los propietarios. Este hallazgo demuestra un cambio importante en el cuidado animal ya que el monitoreo continuo deja de ser percibido como un lujo o una práctica exclusiva de clínicas especializadas, para convertirse en una necesidad básica reconocida por los propietarios como parte del cuidado preventivo y justifica el desarrollo de soluciones tecnológicas que permitan convertir esa necesidad en una práctica accesible.

Los resultados obtenidos evidencian una alta aceptación de la propuesta tecnológica por parte de los propietarios de mascotas. El 88,9% de los encuestados consideró importante monitorear frecuentemente los signos vitales de su mascota, lo que refleja una creciente conciencia preventiva en torno al cuidado animal. Este hallazgo es coherente con lo planteado por Invoxia (s. f.) y Morán Rodríguez (2022), quienes destacan que los propietarios valoran cada vez más el seguimiento continuo y la detección temprana de alteraciones en la salud de los animales de compañía.

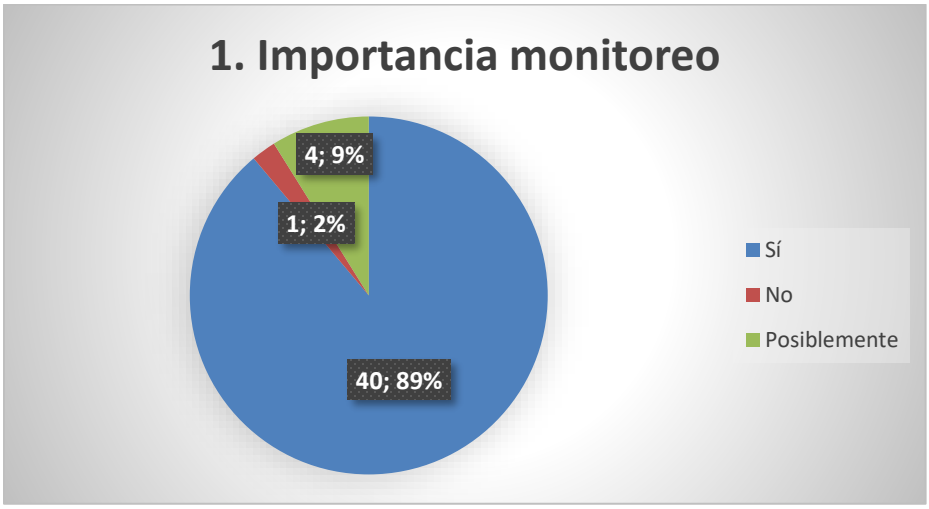


Figura 1 Importancia del monitoreo frecuente de signos vitales en mascotas
Nota. *Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 45 propietarios de mascotas en Medellín.*

Utilidad de una aplicación móvil para el seguimiento de la salud

¿Cree que una aplicación móvil podría apoyar el seguimiento de la salud de su mascota?

En cuanto a la posibilidad de utilizar una aplicación móvil como apoyo en el seguimiento de la salud de animales, el 95,6% de los participantes respondió afirmativamente. Apenas

un grupo reducido, que representa menos del 5%, se mostró indeciso o consideró que no sería útil.

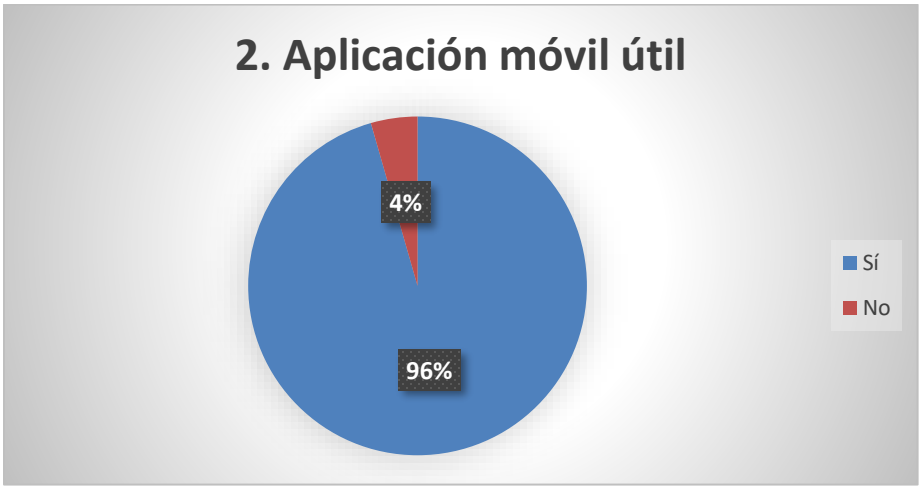


Figura 2 Percepción sobre el uso de una aplicación móvil
Nota. *Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 45 propietarios de mascotas en Medellín.*

Recepción de alertas inmediatas

¿Le gustaría recibir alertas inmediatas si hay cambios críticos en la salud de su mascota?

El resultado más contundente se observa en esta dimensión: 97,8% de los encuestados expresó su interés en recibir alertas inmediatas en caso de cambios críticos en la salud. Este indicador confirma la alta demanda de inmediatez en la información clínica por parte de los propietarios, quienes buscan tranquilidad y capacidad de respuesta oportuna ante emergencias. Para el proyecto, este hallazgo valida la inclusión de un sistema de notificaciones en tiempo real, no como un valor agregado, sino como un componente esencial del modelo de cuidado.

De igual manera, el 95,6% de los participantes manifestó que una aplicación móvil podría apoyar el seguimiento de la salud de su mascota, mientras que el 97,8% expresó interés en recibir alertas inmediatas ante cambios críticos. Estos resultados coinciden con lo señalado por Rosado Castellanos et al. (2023), quienes afirman que la telemedicina veterinaria y las herramientas digitales fortalecen la continuidad del cuidado, mejoran la comunicación entre el profesional y el propietario, y favorecen una atención más oportuna.



Figura 3 Interés en recibir alertas inmediatas sobre cambios críticos en la salud
Nota. *Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 45 propietarios de mascotas en Medellín.*

Confianza en la tecnología para apoyar la atención veterinaria

¿Confía en que la tecnología puede apoyar la atención veterinaria de las mascotas?

El 95,6% de los participantes manifestó confiar en que la tecnología puede convertirse en un aliado para apoyar la atención veterinaria de su mascota. Una minoría muy reducida expresó desconfianza o incertidumbre. Este resultado es relevante, pues indica que los

usuarios no solo están abiertos a la innovación tecnológica, sino que además ven en ella un complemento a la medicina veterinaria tradicional, lo cual respalda la pertinencia del proyecto.



Figura 4 Confianza en la tecnología como apoyo a la atención veterinaria
Nota. *Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 45 propietarios de mascotas en Medellín.*

Este hallazgo no solo respalda la viabilidad social del proyecto, sino que además legitima la pertinencia de integrar sistemas de información clínica con dispositivos IoT (Internet de las Cosas) en la práctica veterinaria. Implica también un espacio de oportunidad para generar alianzas estratégicas con profesionales del sector, quienes pueden ver en VetCare Plus un aliado en lugar de una competencia.

Disposición a usar la aplicación como parte del cuidado regular

¿Estaría dispuesto a usar esta aplicación como parte del cuidado regular de su mascota?

Finalmente, cuando se preguntó a los encuestados si estarían dispuestos a incorporar esta aplicación en el cuidado regular de su mascota, el 97,8% respondió afirmativamente. Este dato resulta determinante, ya que refleja una intención de uso real y no solo un interés teórico. La disposición prácticamente generalizada asegura que, en caso de desarrollar la aplicación, habría una alta tasa de adopción por parte del público objetivo.

Asimismo, el 95,6% de los encuestados indicó confiar en que la tecnología puede apoyar la atención veterinaria, y el 97,8% estaría dispuesto a utilizar la aplicación como parte del cuidado regular de su mascota. Esta tendencia es consistente con el trabajo de Arévalo Ocaña y Robalino Navarrete (2025), quienes demostraron la viabilidad de integrar sensores biomédicos, conectividad inalámbrica y plataformas digitales en el monitoreo veterinario remoto. En conjunto, estos resultados sugieren que existe un contexto social favorable para la adopción de soluciones como VetCare Plus y PawMonitor dentro del cuidado preventivo de las mascotas.

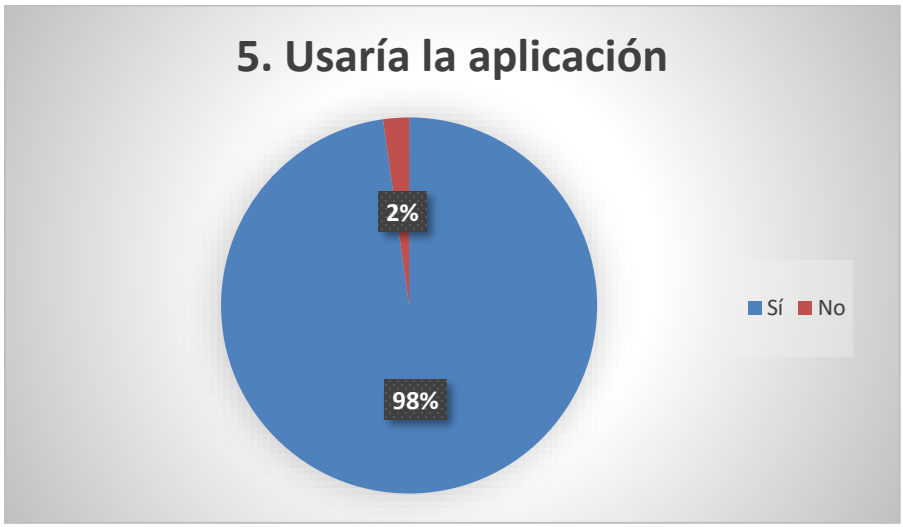


Figura 5 Disposición a utilizar la aplicación en el cuidado regular de la mascota
Nota. *Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a 45 propietarios de mascotas en Medellín.*

Este resultado sugiere una alta posibilidad de adopción del sistema por parte del público objetivo, lo que fortalece su viabilidad funcional y social, ya que la disposición expresada se traduce en una proyección favorable de sostenibilidad a largo plazo. De igual forma, refleja que la propuesta no se percibe como un lujo opcional, sino como una herramienta útil para fortalecer el seguimiento preventivo de la salud de las mascotas y apoyar la detección temprana de posibles alteraciones fisiológicas.

Conclusiones

El desarrollo del proyecto permite concluir que existe una necesidad real de incorporar soluciones tecnológicas al monitoreo preventivo de la salud en mascotas, especialmente en contextos donde se requiere seguimiento continuo y detección temprana de alteraciones fisiológicas (Invoxia, s. f.). La problemática identificada en el entorno veterinario muestra que los controles presenciales aislados no siempre alcanzan para garantizar una vigilancia adecuada del paciente. Por esta razón, la combinación de monitoreo remoto con un sistema de información se plantea como una respuesta pertinente para mejorar el seguimiento clínico (Rosado Castellanos et al., 2023).

En el plano técnico, el uso conjunto del ESP32, el sensor MAX30102, la pantalla OLED y la plataforma digital evidencia que es viable implementar una solución IoT aplicada al ámbito veterinario. Los antecedentes consultados respaldan que este tipo de configuraciones resulta útil para capturar variables fisiológicas y enviarlas a sistemas de visualización y almacenamiento remoto (Arévalo Ocaña & Robalino Navarrete, 2025; La Técnica, 2024).

Desde la dimensión social, los resultados de la encuesta muestran que los propietarios de mascotas presentan altos niveles de aceptación frente al monitoreo de signos vitales, el uso de aplicaciones móviles y la recepción de alertas tempranas, lo que refuerza la probabilidad de adopción del sistema. Esto indica que el proyecto no solo se apoya en una posibilidad tecnológica, sino que también responde a una expectativa real de los usuarios actuales de servicios veterinarios (Invoxia, s. f.).Finalmente, VetCare Plus se proyecta como una propuesta integral que combina sistema de información, sensórica biomédica y seguimiento remoto para aportar al bienestar animal, optimizar la gestión clínica y fortalecer la relación entre clínica veterinaria y propietario. Su implementación futura podría ampliarse mediante la incorporación de nuevas variables fisiológicas, mejoras en la interfaz, validaciones clínicas más robustas y estrategias de interoperabilidad con otros servicios digitales del sector veterinario (Universidad Cooperativa de Colombia, s. f.).

Referencias

Arévalo Ocaña, A. D., & Robalino Navarrete, E. M. (2025). Diseño e implementación de un prototipo para monitoreo veterinario de signos vitales y rastreo de mascotas empleando la tecnología LoRaWAN en el Centro Clínico Veterinario "Vida y Salud" [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15577

Ayuda Rover. (s.f.). ¿Cómo puedo verificar los signos vitales de un perro? https://ayuda-es.rover.com/hc/es/articles/15602133218196--C%C3%B3mo-puedo-verificar-los-signos-vitales-de-un-perro

De la Torre Ipiales, R, Rodríguez López, F y Vargas Arenas, Y. (2019). Sistema de información para la gestión y control de citas de la clínica veterinaria de la Universidad Cooperativa de Colombia en el municipio de Arauca. Arauca. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12494/16429

Frenchiemania. (s.f.). Enfermedades del Bulldog Francés. https://frenchiemania.com/bulldog-frances/enfermedades/

Girón Castellanos, N. J. (s. f.). Monitoreo de la salud y el bienestar animal como parte de una estrategia de implementación de un plan sanitario en terneros de raza Nelore, finca Umaralmeta, Montería, Colombia. Universidad Nacional de Agricultura. https://amanglana.unag.edu.hn/jspui/handle/123456789/1753

Institutos Nacionales de la Salud (NIH). (2023). El poder de las mascotas. https://salud.nih.gov/recursos-de-salud/nih-noticias-de-salud/el-poder-de-las-mascotas

Invoxia. (s. f.). Monitoreo de la salud de las mascotas. https://www.invoxia.com/es-ES/glossary/pet-health-monitoring

Laderasur. (2021). Investigadores diseñan un sistema de detección temprana de enfermedades de fauna silvestre. https://laderasur.com/articulo/investigadores-disenan-un-sistema-de-deteccion-temprana-de-enfermedades-de-fauna-silvestre/

Grace Katiuska Viteri Guzmán. (2024). Tecnología IoT para el monitoreo de salud animal en el sector ganadero. https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/6234

MedlinePlus. (2002). Salud de las mascotas. https://medlineplus.gov/spanish/pethealth.html

MedlinePlus. (2025). Mascotas y la persona inmunocomprometida. https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003967.htm

Mokosmart. (2024). 10 aplicaciones de IoT para dispositivos de rastreo de mascotas. https://www.mokosmart.com/es/iot-applications-for-pet-tracking-devices/

Morán Rodríguez, L. (2022, 26 de enero). Cómo cuidar la salud de los animales de compañía. Ciencia UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. https://ciencia.unam.mx/leer/1219/como-cuidar-la-salud-de-los-animales-de-compania

Organización Mundial de Sanidad Animal. (2023). Sanidad y bienestar animal. https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/

Rosado Castellanos, D. U., Hernández Ramírez, J., & Ulloa Paz, E. (2023). Telemedicina veterinaria: estado del arte de las innovaciones que transforman el cuidado animal. https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8745/6419

Soto Nahuelpán, O. I. (s.f.). Prototipo de módulo de monitoreo para animales domésticos (tesis). Universidad del Bío-Bío. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3728/1/Soto_Nahuelpán_Oscar.pdf

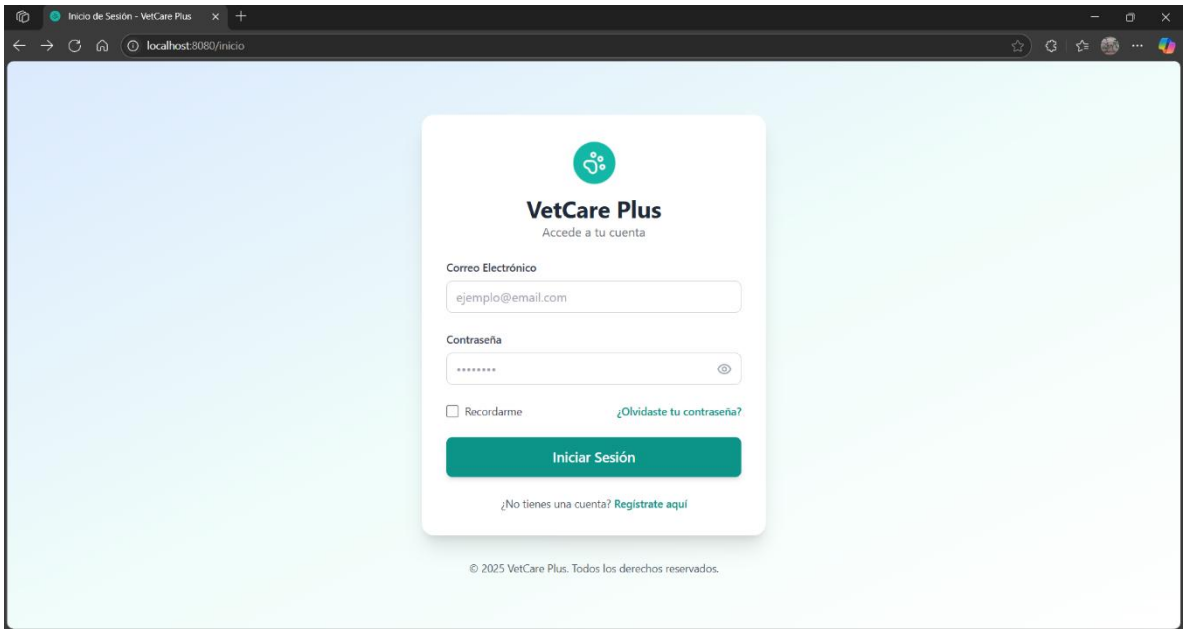
Anexos

Link del video

https://youtu.be/71dd0OKeHnA

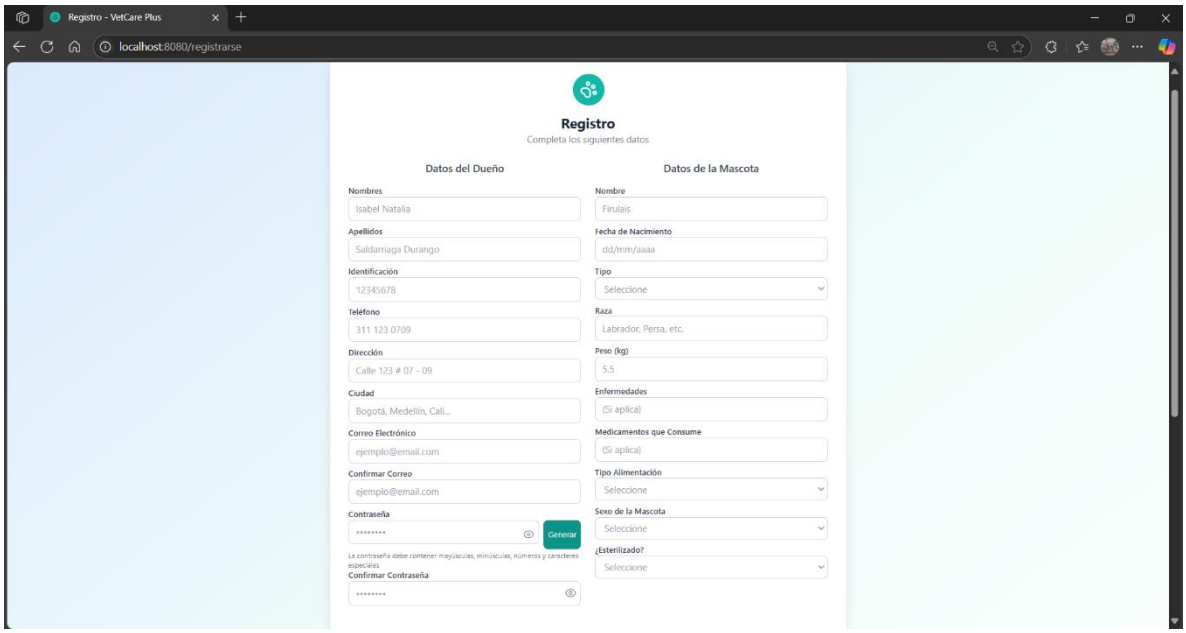
Vistas Sistema de información

Inicio de sesión:



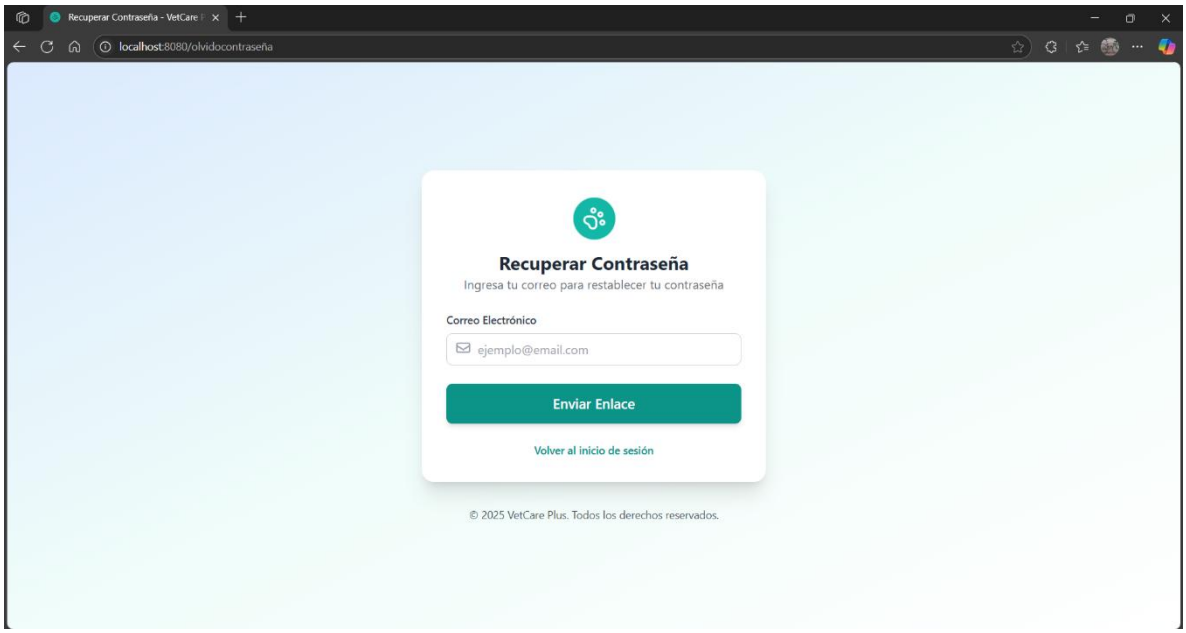
Página de inicio al sistema de información VetCare Plus para tener los servicios de control de monitoreo de PawMonitor para pulsaciones y nivel de oxígeno.

Registro:



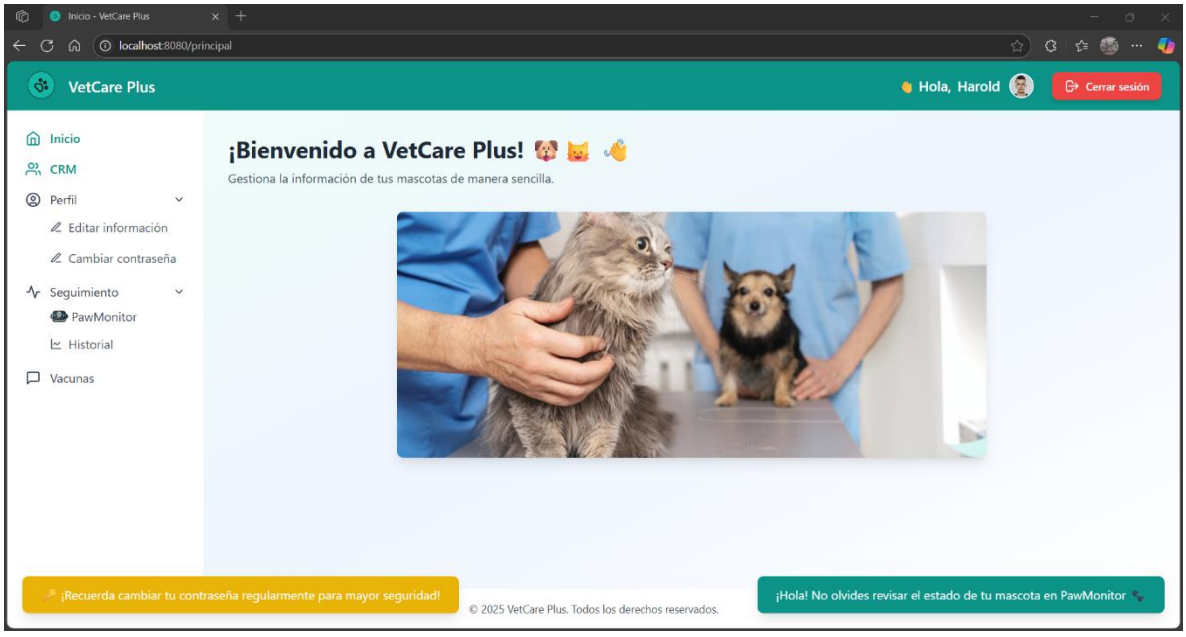
En caso de no tener cuenta para el ingreso, puede registrarse en el sistema con datos básicos de usuario y de la mascota, con la opción de generar contraseña aleatoria y segura.

Olvido de contraseña:



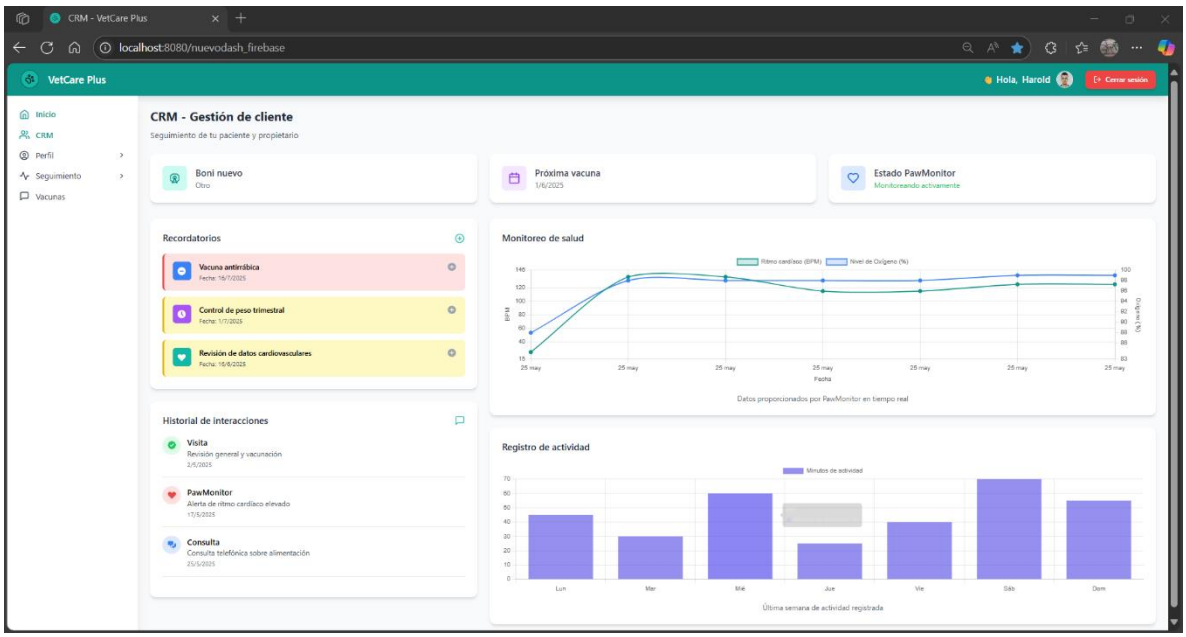
En caso de olvido de contraseña puede ir a la opción de ¿olvidaste la contraseña?, allí se ingresa el correo registrado y el sistema enviará un link para el cambio.

Pantalla principal:



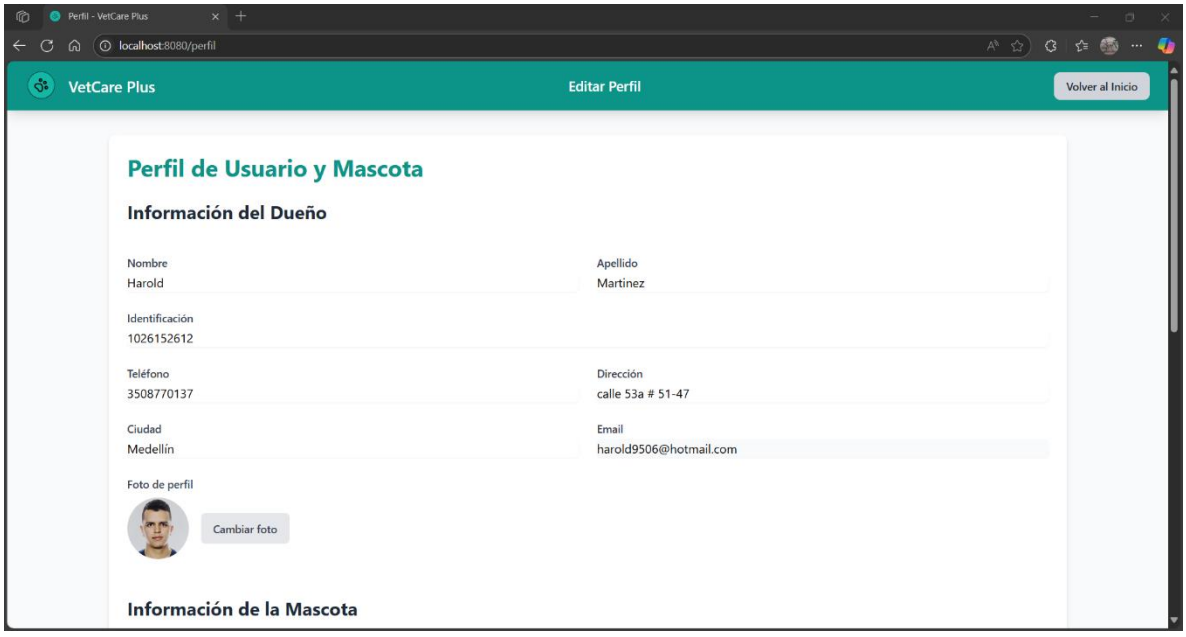
Una vez iniciamos sesión y autenticamos nuestro usuario, ingresamos a la aplicación con el menú a la mano izquierda para navegar.

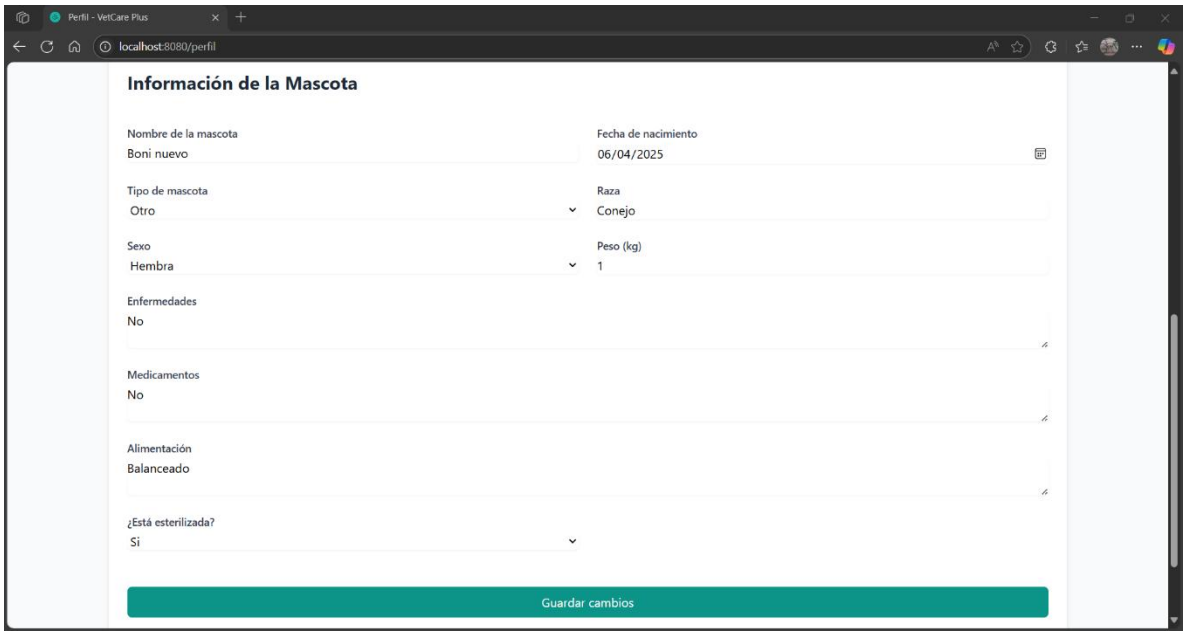
CRM:



En esta vista encontramos un dashboard con resumen de la mascota del usuario con algunas opciones de manejo fácil como agendar citas y recordatorios, al igual que resumen del monitoreo de PawMonitor.

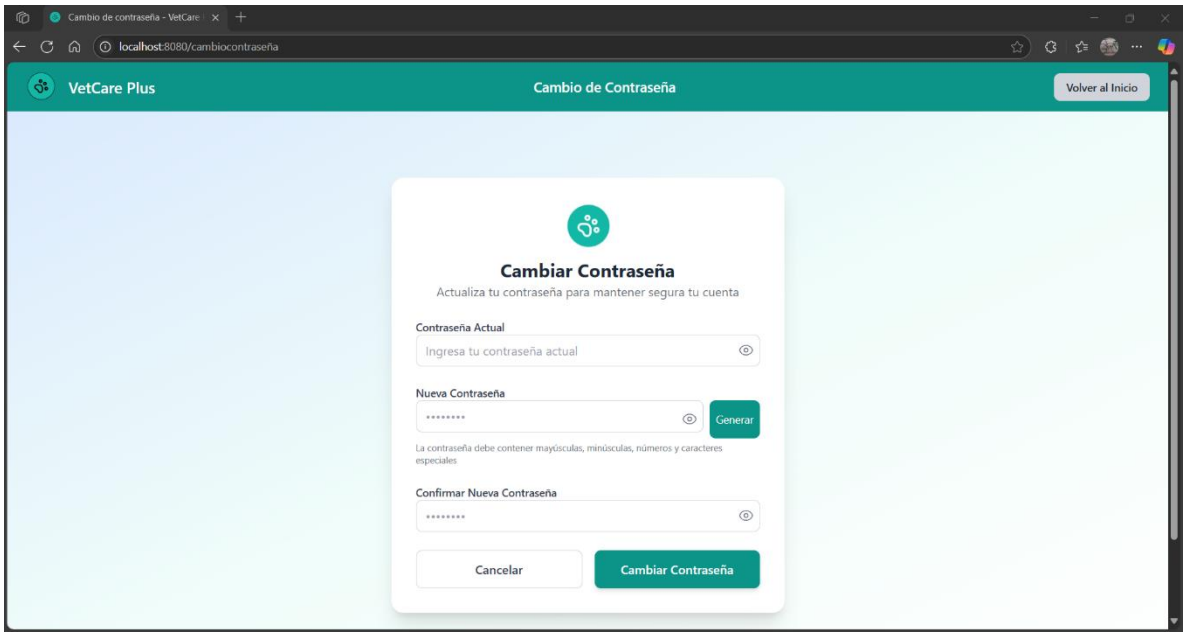
Perfil - editar información:





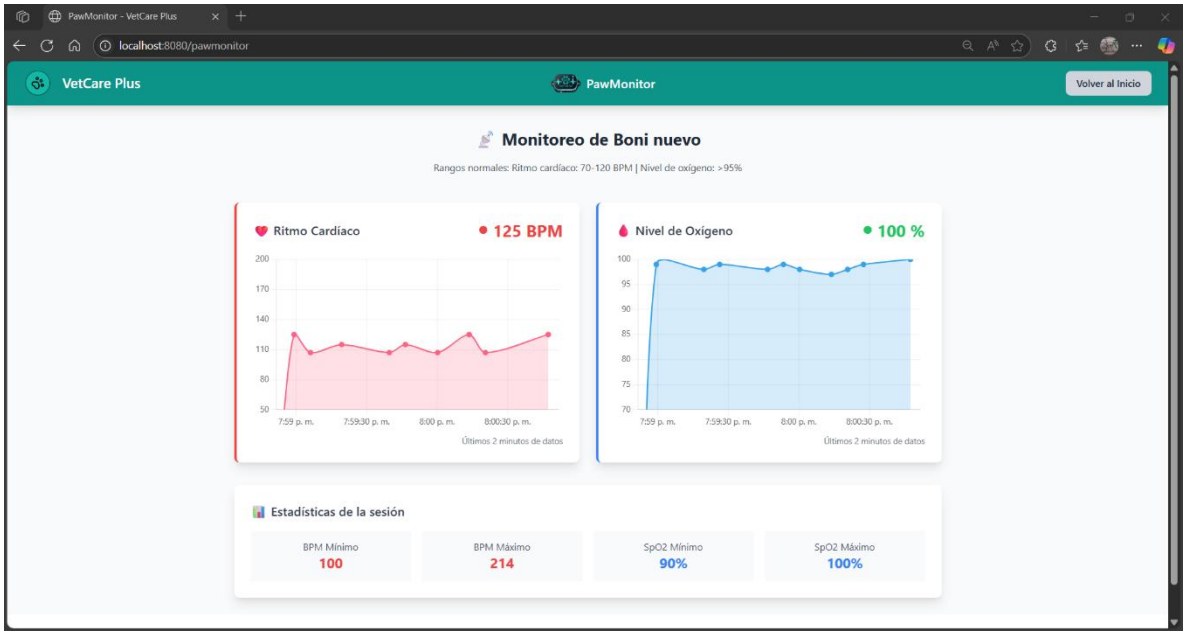
En la opción Editar perfil se puede actualizar la información básica del usuario y de la mascota, como foto de perfil, dirección y teléfono.

Perfil - cambiar la contraseña:



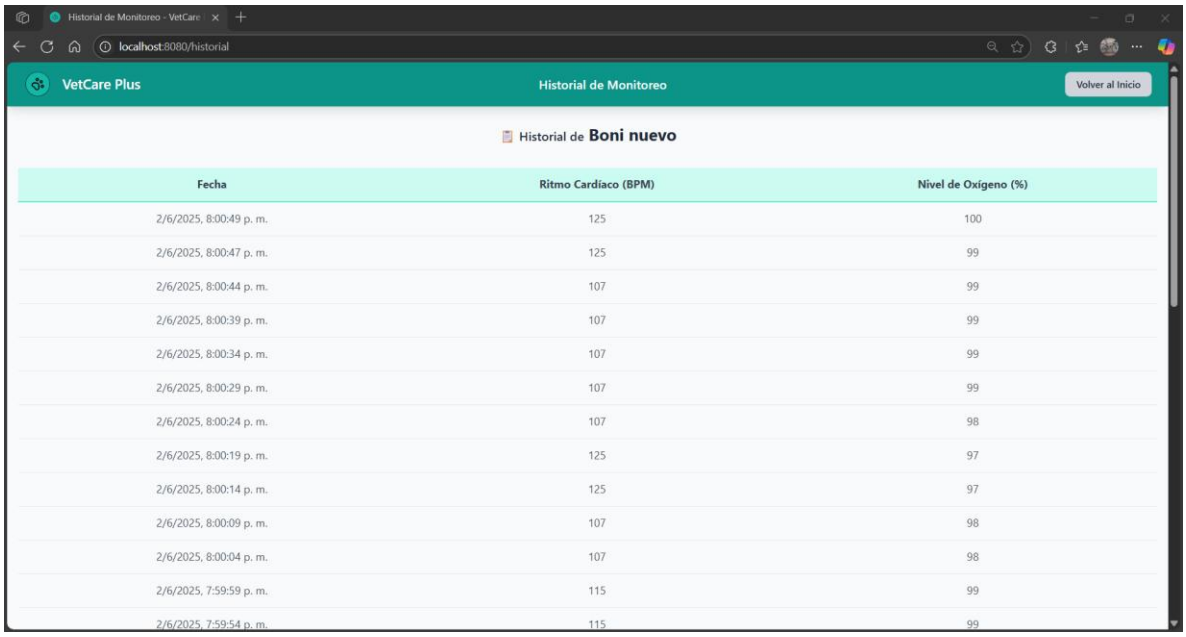
Módulo para cambiar la contraseña, con un generador seguro de contraseñas.

Seguimiento - PawMonitor:



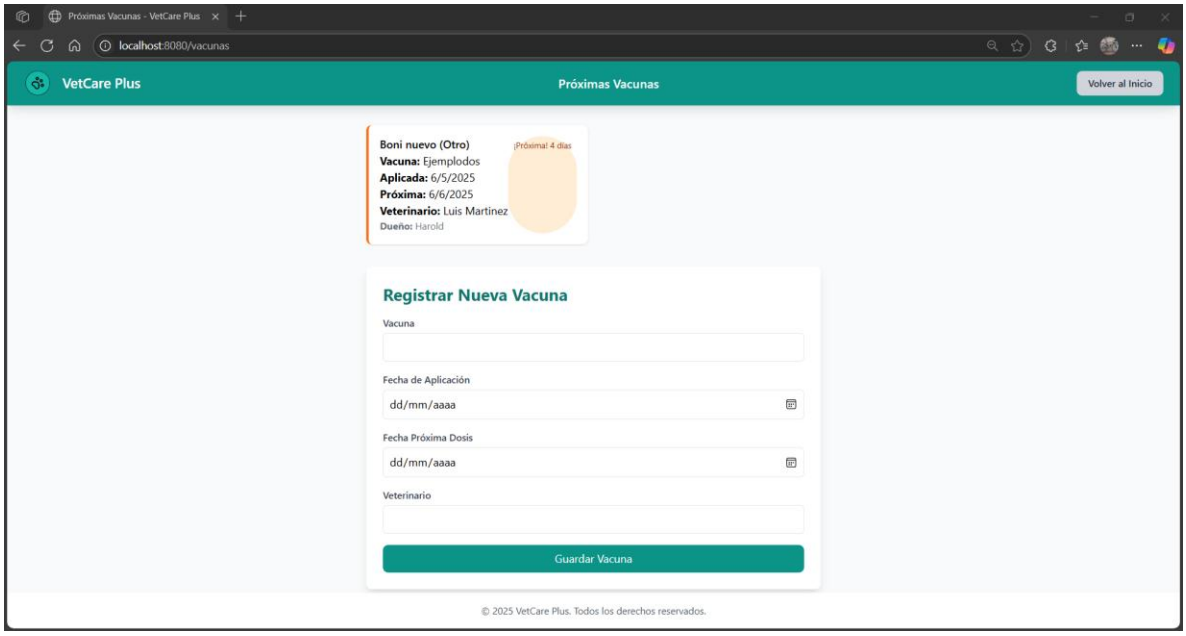
En la página de PawMonitor, se realiza seguimiento de ritmo cardiaco y nivel de oxígeno de la mascota con el dispositivo que construimos.

Seguimiento - historial:



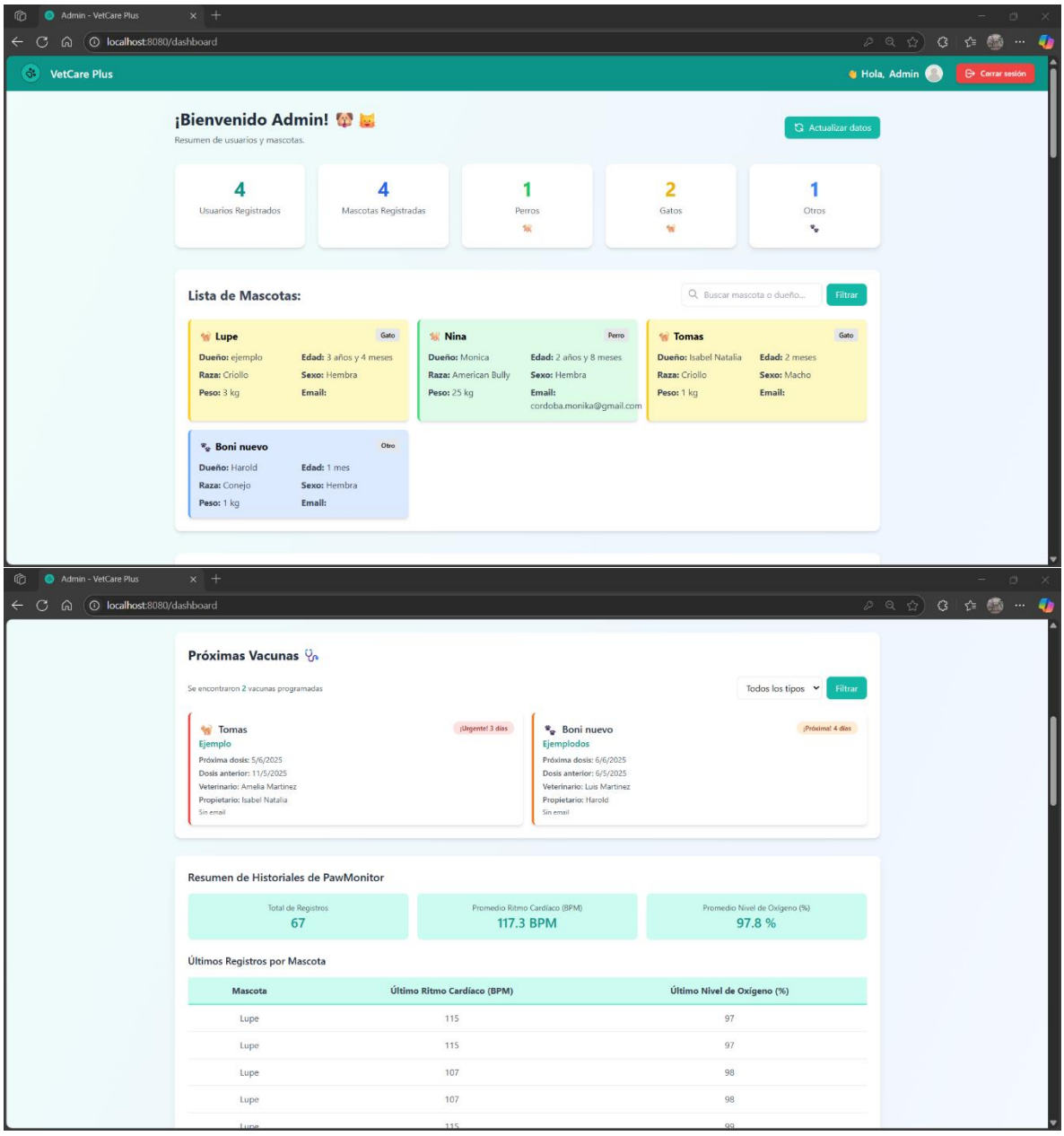
Historial de ritmo cardiaco y nivel de oxígeno.

Vacunas:



En la vista de vacunas, se puede verificar el historial de vacunas y agregar nuevas para el recordatorio.

Dashboard administrador:



Dashboard cuando inicia sesión el administrador, con resumen de usuarios y mascotas registradas, resumen de vacunas, ritmo cardiaco, oxígeno en la sangre e historial de ellos.

Hardware – PawMonitor

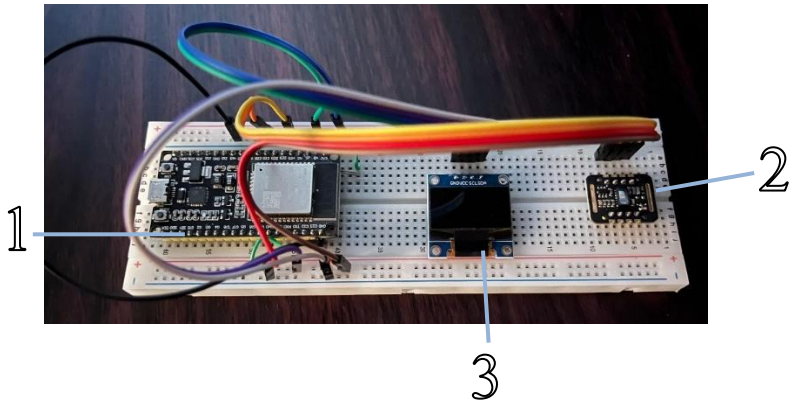
El prototipo para medir el ritmo cardiaco y nivel de oxígeno en la sangre fue construido con un Arduino ESP32 con conectividad WiFi, Sensor MAX30102 para medir ritmo cardíaco (BPM) y oxígeno en sangre (SpO2) y una pantalla OLED para mostrar los valores medidos.

Materiales:

1 Arduino ESP32:
Microcontrolador de bajo consumo y alto rendimiento con conectividad Wi-Fi y Bluetooth integradas. Es ideal para proyectos IoT (Internet de las Cosas), ya que permite recolectar datos de sensores y enviarlos a servicios en la nube como Firebase en tiempo real.

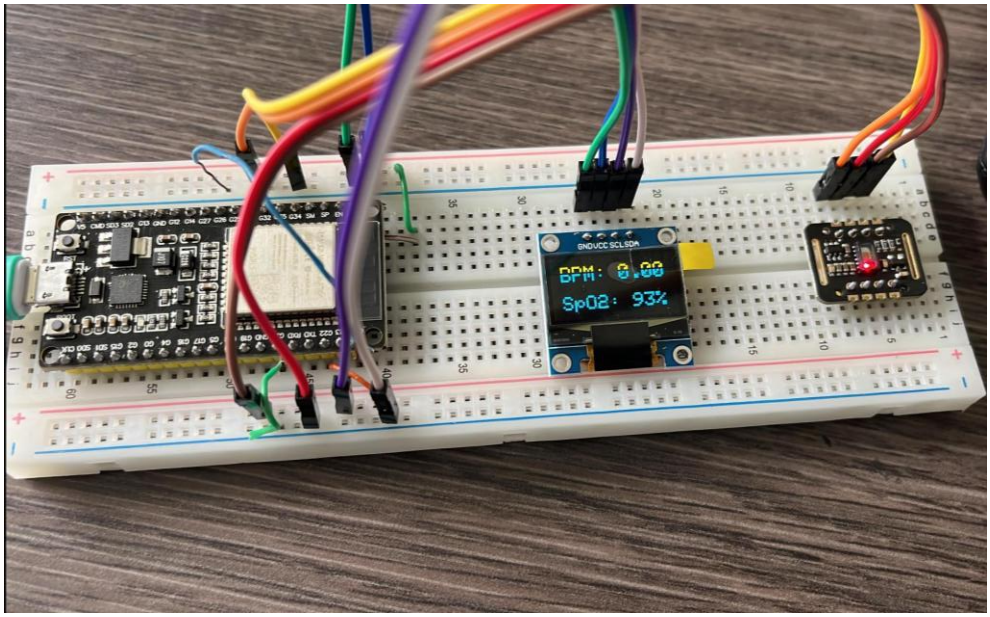
2 sensor MAX30102:
Sensor óptico capaz de medir el ritmo cardíaco (BPM) y los niveles de oxígeno en sangre (SpO2). Funciona emitiendo luz infrarroja y roja hacia el tejido (como un dedo o una pata) y midiendo cómo cambia la absorción con cada pulso.

3 pantalla OLED:
De 0.96 pulgadas y resolución 128x64, que permite mostrar datos en tiempo real de forma clara y sin retroiluminación, lo que la hace muy eficiente energéticamente.



Conexiones:

Señal	ESP32	MAX30102	Pantalla OLED
VCC	3.3V	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND
SDA	GPIO21	SDA	SDA
SCL	GPIO22	SCL	SCL



Funcionamiento:

Para realizar la medición, el usuario coloca la pata de la mascota (o un dedo, en el caso de pruebas preliminares en humanos) sobre el sensor óptico MAX30102, procurando un contacto firme y estable con la superficie emisora. El sensor emite luz roja e infrarroja hacia el tejido y registra la fracción de luz que es absorbida y reflejada por el flujo sanguíneo; estas variaciones se producen con cada latido y permiten construir una señal fotopletismográfica asociada a los cambios de volumen sanguíneo.

A partir de esta señal, el módulo MAX30102 genera datos crudos que son enviados al microcontrolador ESP32 mediante el bus de comunicación I2C. El ESP32 recibe las señales del sensor y procesa las muestras para que sean útiles. Primero aplica rutinas de filtrado para disminuir el ruido y los posibles movimientos, luego detecta los picos de la señal del pulso para calcular la frecuencia cardiaca en latidos por minuto (BPM) y, a partir de la relación entre las intensidades de los canales rojo e infrarrojo, estima la saturación de oxígeno en sangre (SpO2).

Cuando obtiene estos valores, el ESP32 los actualiza en tiempo real en la pantalla OLED, de modo que el usuario pueda ver de forma clara los datos de BPM y SpO2. Al mismo tiempo, el microcontrolador envía la información a la plataforma en la nube, por ejemplo un servicio tipo Firebase, usando la conexión WiFi integrada. Esto permite almacenar los registros, asociarlos al perfil de la mascota y ponerlos a disposición del sistema de información VetCare Plus.

En la plataforma, los datos pasan a formar parte del historial clínico digital de la mascota, se organizan en registros que pueden verse en tablas o gráficos y se activa la lógica para

generar alertas cuando los valores se salen de los rangos definidos por el profesional veterinario. De esta manera, el dispositivo PawMonitor y el sistema de información trabajan juntos para ofrecer un monitoreo continuo, no invasivo y orientado al seguimiento preventivo de la salud de las mascotas.

