

**Creación de un sistema para optimizar la gestión administrativa de la finca “El Remolino”
en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté a través de un aplicativo móvil
multiplataforma - BovinApp.**

Andrés Camilo Delgado Ramos y Jesús Andrés Infante Páez

Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca

Trabajo de Grado

Director

Ing. Segundo Leonardo Cortes López

Codirector

Ing. Ana Lucia Hurtado Mesa

Diciembre 12, 2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado en primera instancia a Dios por permitirme llegar hasta el final de este proyecto, por darme la suficiente vida y salud que permitieron un trabajo arduo y constante en la elaboración de BovinApp. A mis padres y hermanos por su apoyo, consejos y motivación para continuar adelante con mis estudios. También es preciso mencionar a mi compañero de trabajo de grado Camilo Delgado por su compromiso y dedicación en el desarrollo del proyecto. Finalmente extendiendo esta dedicatoria a los docentes y compañeros de Universidad de Cundinamarca que me aportaron conocimientos, consejos, apoyo y motivación para finalizar con éxito mi carrera profesional.

Jesús Andrés Infante Páez

Dedico este trabajo de grado, en primera instancia, a Dios profundamente por la vida y salud que me brindó, las cuales posibilitaron un trabajo arduo y constante en la elaboración de BovinApp. A mi familia que les expreso mi sincero agradecimiento por su apoyo incondicional, valiosos consejos y motivación constante que me impulsaron a continuar adelante con mis estudios. Un agradecimiento especial se dirige a mi compañero de trabajo de grado, Jesús Infante, cuyo compromiso y dedicación fueron fundamentales en el desarrollo del proyecto. Su colaboración hizo posible superar los diferentes retos que se presentaron y alcanzar metas compartidas. Finalmente, extendiendo esta dedicatoria a los docentes y compañeros de la Universidad de Cundinamarca. Agradezco sinceramente por el invaluable aporte de conocimientos, apoyo constante y motivación.

Andrés Camilo Delgado Ramos

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todos aquellos que han sido parte fundamental en nuestra travesía de nueve semestres para culminar el pregrado en Ingeniería de Sistemas. En primer lugar, nuestro reconocimiento a la Universidad de Cundinamarca por brindarnos el entorno propicio para el aprendizaje y el crecimiento académico.

Agradecemos de manera especial al director de proyecto, Segundo Leonardo Cortes López, y a la codirectora Ana Lucia Hurtado Mesa, por su orientación, apoyo constante y valiosos aportes que han guiado este proyecto desde sus inicios hasta su exitosa conclusión.

El apoyo incondicional de nuestros padres ha sido nuestro pilar fundamental a lo largo de esta travesía. Su sacrificio, consejos y aliento han sido la fuerza motriz que nos han impulsado a superar los desafíos académicos.

Agradecemos a nuestros compañeros de carrera, cuyo compañerismo y colaboración han enriquecido nuestra experiencia académica. Juntos hemos compartido conocimientos, desafíos y éxitos que han dejado una marca imborrable en nuestra formación.

Un agradecimiento especial a la señora Flor Ilda Rodríguez, propietaria de la finca "El Remolino", por su participación en los requerimientos, pruebas y feedback del aplicativo BovinApp. Su colaboración ha sido esencial para adaptar la solución a las necesidades reales del sector ganadero.

Este logro no hubiera sido posible sin el respaldo y la contribución de todos ustedes. A cada persona que ha formado parte de esta travesía, ¡Nuestro más sincero agradecimiento!

Índice

1.	Introducción	14
2.	Resumen.....	16
2.1.	Palabras clave	17
3.	Abstract.....	17
3.1.	Keywords.....	18
4.	Definición del problema	19
4.1.	Descripción de la situación problemática.....	20
4.2.	Formulación del problema.....	23
5.	Justificación	24
6.	Objetivos.....	29
6.1.	Objetivo general	29
6.2.	Objetivos específicos.....	29
7.	Alcances y Limitaciones	30
8.	Marco de Referencia.....	32
8.1.	Estado del Arte	32
8.2.	Marco Teórico	43
8.3.	Marco Conceptual.....	46
8.3.1.	Administración y gestión ganadera.....	47
8.3.2.	Sistemas de información	50
8.3.3.	Sistemas multiplataforma.....	52

8.3.4. Aplicaciones nativas vs Aplicaciones multiplataforma vs Aplicaciones híbridas	53
8.3.5. Sistema Operativo Android.....	55
8.3.6. Sistema Operativo IOS.....	56
8.3.7. Wireframe y Mockup	58
8.3.8. Prototipo.....	59
8.3.9. Bases de datos	60
8.3.10. Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD).....	61
8.3.11. Metodologías para la gestión de proyectos	61
8.3.12. Modelo – Vista – Controlador (MVC).....	62
9. Marco metodológico	64
9.1. Aspectos metodológicos de desarrollo	64
9.2. Investigación - Metodología mixta.....	65
9.3. Desarrollo - Modelo Espiral	67
9.3.1. Fase de Investigación	70
9.3.2. Fase de Planificación.....	73
9.3.3. Fase de Diseño	73
9.3.4. Fase de prototipado.	77
9.3.5. Fase de Desarrollo.....	80
9.3.6. Capacitación, pruebas y feedback	84

9.4.	Trabajo – Metodología Kanban	86
10.	Cronograma.....	89
11.	Marco Legal	91
11.1.	Norma ISO / IEC 27000: 2018	91
11.2.	Ley Estatutaria 1581 del 2012	92
11.3.	Resolución número 00126 de 2022	93
11.4.	Resolución No. 068167 del 2020	93
11.5.	Figuras jurídicas para protección de marcas nominativa y figurativa en Colombia, mecanismos de propiedad intelectual.....	94
12.	Despliegue del proyecto.....	95
12.1.	Caracterización de los procesos de gestión ganadera de la finca “El Remolino”. 95	
12.2.	Establecimiento de herramientas de desarrollo óptimas a través de un análisis comparativo 105	
12.3.	Desarrollo un aplicativo móvil multiplataforma	112
12.4.	Implementación del aplicativo BovinApp en la Finca “El Remolino”	135
13.	Conclusiones	144
14.	Anexos	146
	Anexo 1. Análisis de la problemática a través de causa – efecto. Anexo1. Arbol de problemas.pdf.....	146

Anexo 2. Análisis de la problemática a través de medios – fines. Anexo2. Arbol de objetivos.pdf.....	146
Anexo 3. Detección de necesidades en la ganadería del municipio. Anexo3. Encuesta de diagnóstico a ganaderos de la región.pdf	146
Anexo 4. Consulta sobre el manejo de registros en la ganadería en fuentes confiables. Anexo4. Consulta de registros.pdf.....	146
Anexo 5. Proceso de entrevistas, encuestas y análisis en la finca “El Remolino”. Anexo5. Caracterización de la finca El Remolino.pdf	146
Anexo 6. Filtración de la información entre la investigación en fuentes y caracterización de la finca. Anexo6. Filtración de datos recolectados.pdf	146
Anexo 7. Requerimientos Funcionales, No funcionales y limitaciones del sistema. Anexo7. Especificación de requisitos de software IEEE-830.pdf	146
Anexo 8. Definición del contexto y los requisitos del sistema a partir de UML. Anexo8. Diagramación de casos de uso.pdf	146
Anexo 9. Proceso de investigación detallado sobre las herramientas candidatas a utilizar en el desarrollo. Anexo9. Consulta sobre herramientas de desarrollo.pdf	146
Anexo 10. Comparativo entre las características de las 15 herramientas. Anexo10. Comparativo entre las herramientas de desarrollo.pdf	146
Anexo 11. Análisis de lo encontrado en el proceso de pruebas de las herramientas. Anexo11. Pruebas con las herramientas.pdf	146
Anexo 12. Ventajas, desventajas y recomendaciones de cada una de las herramientas a partir de los resultados de pruebas. Anexo12. Evaluacion de resultados en pruebas.pdf.....	147

Anexo 13. Justificación e implementación de cada una de las herramientas seleccionadas para el desarrollo de BovinApp. Anexo13. Justificación de las herramientas seleccionadas.pdf	147
Anexo 14. Implementación del framework Flutter para un desarrollo multiplataforma aplicado al proyecto BovinApp. Anexo14. Artículo Implementación de Flutter.docx	147
Anexo 15. Descripción de forma global y visual del aspecto y funcionamiento de la app. Anexo15. Mockup del aplicativo.pdf.....	147
Anexo 16. Reporte del diseño visual y programación del prototipo de BovinApp. Anexo16. Prototipo en App Inventor.pdf	147
Anexo 17. Diseño final del prototipo y funcionamiento. Anexo17. Pantallas Prototipo.pdf	147
Anexo 18. Guía básica del funcionamiento del aplicativo para el cliente de la finca. Anexo18. Manual de usuario del Prototipo .pdf.....	147
Anexo 19. Proceso de capacitación, pruebas y feedback del prototipo con el usuario de la finca “El Remolino”. Anexo19. Prototipo Pruebas de usuario.pdf.....	147
Anexo 20. Manual dirigido a desarrolladores que desean comprender en profundidad la estructura y el funcionamiento interno de BovinApp. Anexo20. Manual del programador.pdf	147
Anexo 21. Manual que guiará a través de todas las funcionalidades y características de la aplicación. Anexo21. Manual de usuario del Aplicativo.pdf.....	147
Anexo 22. Video de demostración de las principales funciones de la App. Anexo22. FuncionamientoApp.mp4.....	147

Anexo 23. Video tutorial detallado para apoyo en la capacitación del usuario. Anexo23.	
Video Tutorial de BovinApp.mp4	148
Anexo 24. Encuesta de evaluación y análisis de la implementación del aplicativo.	
Anexo24. EvaluacionAplicativo.pdf.....	148
Anexo 25. Mantenimiento y transición a la versión 1.1.0 del aplicativo. Anexo26.	
Feedback y Mantenimiento del aplicativo.docx	148
Anexo 26. Repositorio oficial con control de cambios y versiones de BovinApp.	
Anexo26. Repositorio en GitHub del aplicativo.....	148
Anexo 27. Directorio para descarga del aplicativo con versiones y ejecutables para Android y IOS. BovinApp Descarga del aplicativo.....	
	148
Anexo 28. Planeación del proyecto, Diagrama de Gantt y Tablero Kanban. Planeación Proyecto.xlsx.....	
	148
Anexo 29. Certificación de desarrollo e implementación de BovinApp en la finca “El Remolino”. Anexo29. Certificado de implementacion.pdf	
	148
Anexo 30. Solicitud de registro del aplicativo en la Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA). Anexo30. Solicitud DNDA.pdf	
	148
15. Referencias.....	149

Índice de tablas

Tabla 1 Requerimientos y limitaciones.....	30
Tabla 2 Registros que debe llevar una finca ganadera según el ICA.....	96
Tabla 3 Caracterización de la Finca El Remolino.....	97
Tabla 4 Herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles.	106
Tabla 5 Características de los equipos de desarrollo.	109

Índice de figuras

Figura 1 Criterios para elegir un software agrícola.	34
Figura 2 Aplicativo móvil - Dairy Comp.....	37
Figura 3 Aplicativo móvil de Smart Ganadero SG.....	39
Figura 4 Diseño final del aplicativo para la Omataa de Guachetá.....	40
Figura 5 Sistema tradicional de trazado bovino.....	50
Figura 6 Comparativo entre los tipos de apps.....	55
Figura 7 Arquitectura del SO Android	56
Figura 8 Arquitectura del SO IOS	57
Figura 9 Mockup tres pantallas de Instagram.....	58
Figura 10 Visualización de un prototipo.....	59
Figura 11 Comportamiento de un SGBD	61
Figura 12 MVC Flujo del proceso.	63
Figura 13 Fases del modelo de investigación mixto.....	65
Figura 14 Modelo Espiral para el desarrollo de software.....	68
Figura 15 Proceso de despliegue del proyecto.....	70
Figura 16 ¿Utiliza o utilizaría una aplicación móvil que le ayude para la administración de su finca y ganado?.....	71
Figura 17 De las siguientes opciones elija las que suele utilizar para llevar un registro de la producción.....	72
Figura 18 Desarrollo de Mockups en Balsamiq Mockup 3	74
Figura 19 Vista general de las pantallas del mockup desde Balsamiq.	75
Figura 20 Logo de BovinApp para el prototipo.....	76

Figura 21 Logo de BovinApp para el aplicativo.....	77
Figura 22 Uso de App Inventor para la etapa de Prototipo.	78
Figura 23 Diseño de base de datos en Realtime Firebase y registros exitosos.....	79
Figura 24 MVC para el desarrollo de BovinApp.....	81
Figura 25 Programación en Flutter de BovinApp.....	82
Figura 26 VScode, Flutter, Firebase y Git en un solo entorno.	83
Figura 27 Instanciación de Firestore para guardado de datos.....	84
Figura 28 Fases de la implementación del aplicativo	85
Figura 29 Tablero Kanban para BovinApp.....	87
Figura 30 Cronograma de actividades.	89
Figura 31 Bovinos de la finca El Remolino.....	99
Figura 32 Registro individual de bovinos en El Remolino.....	99
Figura 33 Filtración de datos recolectados	101
Figura 34 Importancia de la diagramación de casos de uso en el proyecto.....	102
Figura 35 Diagrama Casos de Uso General (Interacción Usuario - Sistema)	103
Figura 36 Especificación de requisitos de software IEEE-830.....	104
Figura 37 Herramientas que fueron comparadas en el proceso de selección.	110
Figura 38 Justificación de las herramientas seleccionadas	111
Figura 39 Diseño de Mockups	113
Figura 40 Frontend del Prototipo.....	115
Figura 41 Backend del Prototipo	115
Figura 42 Manual de usuario para el prototipo.....	117
Figura 43 Registros en el prototipo por el usuario de la finca.	119

Figura 44 Estructura de la carpeta "lib" para el proyecto BovinApp	121
Figura 45 Estructura de carpetas de un proyecto en Flutter	123
Figura 46 Diseño de la base de datos NoSQL para BovinApp.....	126
Figura 47 Vista de registro de datos desde Firestore.	127
Figura 48 Pruebas unitarias y de escritorio.....	129
Figura 49 Manual del programador del aplicativo BovinApp.....	131
Figura 50 Manual de usuario para el aplicativo BovinApp.....	134
Figura 51 Capacitación en la finca "El Remolino"	136
Figura 52 Pruebas con el usuario en "El Remolino"	139
Figura 53 Control de versiones desde GitHub y lanzamiento de la versión 1.1.0.....	142

Introducción

El sector ganadero ha estado inmerso en la tradición, cultura y actividad económica de la región de Ubaté desde sus inicios, los habitantes del municipio ven en esta actividad la oportunidad de poner a producir sus predios y generar ingresos a partir de la compra y venta de ganado, además de la venta de la leche y carne. Esto genera la necesidad de registros constantes y una administración eficaz de la finca con el fin de evitar pérdidas, malas gestiones e incluso llamados de atención ante asociaciones ganaderas municipales, departamentales o nacionales. Al igual que cualquier otra actividad del sector primario la ganadería debe generar registros ordenados y detallados de aquí que la implementación de técnicas tradicionales de marcado animal y administración de la información (marcados en calor, tatuajes o llevar las cuentas y actividades en un cuaderno de notas) permitan generar eficiencia y documentar con precisión los eventos que diariamente se presentan en la finca. De lo anterior y tomando como referencia a García J. L (2022), quien afirma que,

El registro es el punto de partida para construir la historia productiva, económica y financiera de la unidad de producción. Si no se conoce el antes, el actuar del presente carece de visión y si no lo hay, es imposible pensar en un futuro con resultados positivos para el negocio (p. 5).

Es así como el presente proyecto pretende innovar estas actividades pecuarias en la finca “El Remolino” ubicada en la vereda Bruselas del municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, promoviendo la adopción de herramientas tecnológicas por parte del ganadero que no solo le faciliten llevar registros actualizados, sino también servir como todo un sistema de inventarios y actividades que le permita gestionar de manera eficaz su ganado caracterizándolo y llevando un plan de trazabilidad. Las actividades, metas y recurso de consumo diario o semanal también

hacen parte de procesos que lleva la finca y por esto se deben incluir y tomar en cuenta al momento de proporcionar un aplicativo sofisticado pero intuitivo y fácil de usar desde cualquier lugar y momento del día.

En este sentido se desarrollaron una serie de actividades que ligadas a los objetivos específicos buscan unos resultados satisfactorios en cuanto al objetivo general que se propuso, es decir, se creó un sistema orientado a la gestión administrativa de la ganadería bovina de la finca “El Remolino” en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté (Cundinamarca), contribuyendo al desarrollo de buenas prácticas de organización, control y registros bovinos. A partir de un marco de referencia estructurado, detallado y apoyado en fuentes confiables, que permitieron dar claridad sobre el contexto en específico, teniendo en cuenta la multidisciplinariedad desde el enfoque tecnológico y su impacto en el agro regional, para lograrlo el proyecto se apoya en un marco metodológico, que permitió presentar de manera organizada y estructurada las diferentes etapas del ciclo de vida del software, donde además se presentan los alcances y limitaciones, así como las estrategias, herramientas y técnicas que se emplearon para su desarrollo.

De esta forma se realizó un análisis de los requerimientos del cliente, convirtiendo este aplicativo en un aplicativo a la medida, por otra parte, se realizó un análisis de las diferentes plataformas, ambientes de desarrollo, bases de datos y demás herramientas tecnológicas necesarias para lograr el desarrollo del aplicativo y finalmente ponerlo en marcha dentro de la finca El Remolino. De esta forma se generó un aporte para el desarrollo de aplicaciones de este tipo dando importancia a las necesidades de la región, teniendo en cuenta el contexto y la naturaleza misma.

Resumen

El presente proyecto se enmarca en el área de Ingeniería de Sistemas y busca el desarrollo de un aplicativo que mejoré el actual proceso de administración que se tiene en la finca “El Remolino”, además que apoyé los planes de acción que proponen los entes públicos, relacionados con gestión y trazabilidad bovina, y el cierre de las brechas digitales en entornos rurales y agropecuarios.

Para el desarrollo del proyecto se busca caracterizar la gestión ganadera de la finca “El Remolino” con el fin de establecer información sobre registros, inventarios y actividades que se llevan a cabo para así establecer una serie de requisitos para el posterior desarrollo del aplicativo. Además, a partir de estos datos se pretende diseñar un sistema de inventario ya que facilitará hacer un seguimiento a los procesos que se llevan en la finca y se establece una base para lograr desarrollar un aplicativo móvil multiplataforma que permita a la finca administrar y gestionar la información de los bovinos y recursos de esta, también se permite al ganadero conocer toda la información registrada de su ganado y finca de manera rápida, organizada y segura.

Continuando con lo anterior se establece la metodología espiral para desarrollo, esta principalmente brinda una serie de etapas e indicaciones que son escalables a lo largo del tiempo permitiendo retroalimentar constantemente las diferentes etapas de desarrollo.

A partir de las actividades planificadas se decide tomar como referencia de trabajo la metodología Kanban, que facilita la organización en etapas de las tareas de los integrantes del equipo de desarrollo y la evaluación continua de estas. Para el desarrollo del proyecto se generó un diagrama de Gantt que facilitó asignar tareas, llevar un porcentaje de finalización, asignar una fecha de inicio, tiempo estimado de duración y visualizar en un tablero Kanban las actividades que fueran hechas, estaban por hacerse y las que se encontraban en proceso.

Palabras clave

Inventario, optimización, administración de la finca, sistemas multiplataforma, trazabilidad bovina, modelamiento de base de datos.

Abstract

This project is framed in the area of Systems Engineering and seeks to develop an application that improves the current administration process in place at the “El Remolino” farm, in addition to supporting the action plans proposed by public entities. related to bovine management and traceability, and the closing of digital gaps in rural and agricultural environments.

For the development of the project, the aim is to characterize the livestock management of the “El Remolino” farm in order to establish information on records, inventories and activities carried out in order to establish a series of requirements for the subsequent development of the application. Furthermore, based on this data, it is intended to design an inventory system since it will facilitate monitoring of the processes carried out on the farm and establishes a basis to develop a multi-platform mobile application that allows the farm to administer and manage the information on the cattle and their resources, it also allows the farmer to know all the registered information about his cattle and farm in a quick, organized and safe manner.

Continuing with the above, the spiral methodology for development is established. It mainly provides a series of stages and indications that are scalable over time, allowing constant feedback on the different stages of development.

Based on the planned activities, it was decided to take the Kanban methodology as a work reference, which facilitates the organization in stages of the tasks of the development team members and their continuous evaluation. For the development of the project, a Gantt chart was

generated that made it easy to assign tasks, keep a percentage of completion, assign a start date, estimated duration and visualize on a Kanban board the activities that were done, were to be done and those that were yet to be done. were in process.

Keywords

Inventory, optimization, farm management, multiplatform systems, bovine traceability, database modeling.

Definición del problema

El proyecto se enfrenta a la problemática de la escasez de registros ganaderos en la Villa de San Diego de Ubaté, lo que ha sido una gran debilidad para los ganaderos y la administración municipal, ejemplo de esto se evidencia en la Finca “El Remolino” ubicada en el municipio. Esto se debe a que los procesos, como la identificación animal, manejo de inventarios y registro de actividades que se utilizan no son los apropiados para adaptarse a un mercado global que requiere permisos y registros de trazabilidad para cada zona ganadera, además la situación se puede ver agravada porque el sector ganadero bovino en el municipio causa uno de los principales impactos positivos para el desarrollo económico de la región, “En el 2005, la provincia Ubaté fue la segunda provincia en producción de leche con 366.805 litros de leche por día, es decir, el 15,85% de la producción de Cundinamarca.” (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.19), y la implementación de software o tecnologías que generen apoyo al ganadero es muy limitada, aunque existen técnicas clásicas de marcado animal o de control de inventarios estas no han permitido generar toda la información necesaria para el sistema de trazabilidad que el país y la economía están exigiendo (Beleño, 2017).

Por lo tanto, es imprescindible implementar métodos administrativos que, en conjunto con el uso de Tecnologías de la Información, conduzcan al éxito de la finca “El Remolino” y estén en línea con las demandas del mercado global para mejorar la productividad y la competitividad del sector. A continuación, se explica a detalle la problemática, se darán a conocer algunas características de la situación, problemas y necesidad, que se identificó al iniciar con el proyecto en el sector ganadero de la Villa de San Diego de Ubaté tomando como referencia la finca mencionada anteriormente. *Ver anexo 1.*

Descripción de la situación problemática

La escasez de registros ganaderos en la Villa de San Diego de Ubaté ha sido una gran falencia para los ganaderos y la administración municipal ya que se pueden llegar a perder datos sobre el hato ganadero del municipio, y de su trazabilidad. “La Oficina de Investigaciones Económicas de Fedegán, con base en la observación obtenida en desarrollo de proyectos de Transferencia y generación de conocimiento, señala fomentar la cultura del registro para la toma de decisiones con indicadores productivos, reproductivos y económicos.” (Fedegán, 2014, p.29).

A raíz de esto se tomó como referencia, en la vereda Bruselas del municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, donde está ubicada la finca ganadera “El Remolino” allí se encontró como principal problemática la deficiente administración en cuanto al registro de los bovinos, registro de producción, manejo de inventarios físicos, incluso el seguimiento que se hace a las actividades diarias, semanales o mensuales al no llevarse a cabo de forma ordenada y clara lo que dificulta la toma de decisiones y el flujo correcto de las actividades en el día a día de la finca.

Pese a que el sector ganadero en la región es de gran importancia para el desarrollo económico, este ha sido un sector estático “Es importante entender que a pesar de que se han generado estos desarrollos tecnológicos, ha sido realmente retador para los desarrolladores poder vender su idea a los ganaderos para la implementación por parte de estos.” (Laguna Rodríguez , 2019). En el caso de la finca “El Remolino” no se conoce con claridad el apoyo y niveles de mejora en la administración que podría tener llevar inventarios ordenados, seguros, y que registren de manera precisa y efectiva cada uno de los elementos con los que cuenta la finca, y por ende esto ha llevado a ignorar la implementación de software o herramientas tecnológicas

que generen un apoyo al ganadero y los diferentes procesos que se pueden llegar a manejar en la administración agropecuaria

En concordancia con lo anterior el Ex ministro de las TIC en Colombia, David Luna afirmo que;

Teniendo en cuenta que es de alta importancia promover y aumentar la utilización de TIC en el sector agropecuario colombiano y en América Latina en general, para buscar mejorar la productividad y la competitividad, es importante conocer algunos modelos o ejemplos de la utilización de TIC con aplicación práctica para el agro en nuestro país; es importante también ser innovadores y buscar adoptar la utilización de diferentes TIC para mejorar en los procesos productivos, de mercadeo, administrativos y de investigación para avanzar en el desarrollo del sector a nivel local, nacional y regional. (Ruiz, 2016, p.1).

De lo anterior cabe aclarar que en la finca "El Remolino" se presenta una problemática en cuanto al manejo de sus inventarios, ya que estos son llevados en un cuaderno, lo que dificulta la administración y el seguimiento de los registros e inventario de la finca. Esta forma de llevar este tipo de información puede ocasionar pérdidas de datos importantes, errores en la toma de decisiones y una mayor complejidad en la gestión de la finca, lo que puede afectar negativamente la productividad y rentabilidad del negocio ganadero.

No es factible llevar un inventario unificado de los bovinos, herramientas, maquinaria e incluso alimentos y fumigantes porque se corre el riesgo de perder datos, sería difícil acceder a ellos y la estructura de la información no sería la adecuada para estudiarlos, el problema es mayor cuando se usan medios físicos porque se corren riesgos y retrasos en las consultas, es

decir, es difícil buscar en hoja por hoja un dato solicitado u olvidar el cuaderno cuando se sale al campo.

Un inventario mal estructurado puede conducir a no alcanzar las metas propuestas, por ende, el manejo de la finca debe contar con un inventario de identificación animal según los ciclos de vida y producción dando un seguimiento a registros individuales como los datos de crecimiento, reproducción, producción, alimentación y control técnico de igual manera los inventarios los recursos físicos, metas y actividades facilitan la toma de decisiones cuando se hace un balance entre los gastos, capital, costos, producción y rentabilidad de la finca.

Toda explotación pecuaria necesita registrar los movimientos, traslados y otros eventos que ocurren en el día a día. Hay diversos sistemas de bio registros en una empresa ganadera, pero el empresario debe elegir el que más se ajuste a su necesidad, el perfil que debe tener este sistema de registro es que sea simple, claro, práctico y siempre enfatizado en los sectores de producción, cuidando el potencial lechero y el bienestar animal. Esto requiere de un sistema eficiente de identificación de todos los animales que conforman el hato, el cual debe ser único, permanente, visible, fácil de aplicar, difícil de alterar y de bajo costo. (Arauz et al., 2020, p.4).

Lo anterior lleva a concluir que la finca “El Remolino” carece de registros fiables que apliquen las indicaciones mencionadas además que no se apoyan en las pautas dadas por entidades locales. La administración de Una Nueva Ubaté (2019-2022) ha planteado a sus ganaderos, un control con principalmente tres tipos de registros. El primero de ellos es un registro físico (inventarios de insumos, herramientas, maquinaria e infraestructura), registro de producción (Inventarios de animales, tarjetas individuales, producción de leche, comportamiento reproductivo, cronogramas de actividades) y un registro contable (libro diario, ingresos, egresos).

De lo anterior, se puede afirmar que en la finca “El Remolino” existe la necesidad de mantener una buena organización del ganado bovino, inventario físico, registros de producción y de actividades, que conjuntamente permitan llevar un mejor desempeño de la finca y disponer de herramientas tecnológicas que cuenten con una interfaz intuitiva para el ganadero, teniendo así acceso a la información de la administración de los procesos pecuarios, de sus animales y algunas de las actividades en cualquier instante y sitio donde esté.

Formulación del problema

¿Cómo mejorar la administración de los registros, recursos e información ganadera a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la finca “El Remolino” ubicada en la Villa de San Diego de Ubaté?

Justificación

El sector ganadero es de gran importancia en Colombia y es un motor económico para muchas regiones del país, incluyendo el municipio de La Villa de San Diego de Ubaté en Cundinamarca. La gestión de la información en la producción ganadera es fundamental para aumentar la productividad, reducir costos y mejorar la calidad del producto final, aunque actualmente los ganaderos del municipio enfrentan varios desafíos en la gestión de la información, tales como la falta de herramientas tecnológicas, la falta de sistemas de información integrados y la falta de capacitación en la gestión de la información. Ubaté es uno de los máximos exponentes de ganado bovino a nivel departamental y nacional,

Se localizaron 49.446 cabezas de ganado bovino que representaron en el departamento el 9% y la consolidaron como la quinta provincia en número de bovinos, después de las provincias de Sabana Centro (9,7%) y Bajo Magdalena (9,4%). Es la segunda provincia en producción de litros de leche por día: 15,8% de la producción de Cundinamarca (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.7).

Anexando a esto y tomando como referencia la finca de estudio “El Remolino” se evidencia que no se dispone de un sistema de identificación o caracterización de los bovinos actualizado que integre las tecnologías de la información y la comunicación y que además se adecue a las necesidades de la finca en cuanto al manejo de inventarios de gran importancia como el de maquinaria, herramientas, medicamentos, alimentos o producción, dando así una percepción de atraso relevante en el sector de la ganadería, además no se acostumbra a hacer un cronograma, semanal o por lo menos mensual que ayude a indicar por ejemplo los días de vacunación de las reses, cuando va a parir una vaca, o algo tan importante como la cantidad de litros de leche vendidos, sus egresos o ingresos.

De lo anterior se genera la importancia de la implementación de un software que ayude al ganadero de la finca “El Remolino” a llevar un control adecuado del inventario, producción, metas y actividades a partir de indicadores productivos, organizacionales administrativos y reproductivos propios de la finca, pero que además de esto facilite la tarea de hacer una sistematización del ganado, optimizando su manejo y facilitando su administración, ayudando a obtener registros e informes ordenados, claros y precisos de la manera más ágil y fácil, que podrán ser de gran ayuda no solo para al ganadero también para el municipio, ya que les permitirá conocer los detalles de cada una de las cabezas de ganado y el control de trazabilidad que se está llevando.

El desarrollo del proyecto enfocado en el aplicativo multiplataforma también se ve justificado en el ámbito de la ingeniería aportando a la línea translocal “Aprendizaje, conocimiento, tecnologías, comunicación y digitalización”, que la Universidad de Cundinamarca ofrece desde la facultad de Ingeniería. “La Universidad se define translocal en la perspectiva de defender su identidad como universidad pública, de entenderse desde su contexto departamental y su realidad frente a la globalidad” (Universidad de Cundinamarca, 2021, p.2). Implementar conocimientos adquiridos y generar un software capaz de aportar en el desarrollo en un contexto local tomando como referencia el sector ganadero es de gran importancia para generar un producto de calidad que permita llevar registros seguros, rápidos, y por su puesto realizar acciones como consultas o actualizaciones de datos.

Una de las causas por la cual los registros ganaderos toman gran importancia en la finca es que estos permiten conocer la situación actual, determinar y pronosticar caídas o subidas en la producción, estimar el monto de lo que se ha invertido e incluso la detección temprana de causas de problemas en administración. Así mismo es de gran interés e impacto el adoptar y diseñar un

sistema que permita llevar actualizados estos registros y aunque es válido el uso de un simple papel, se debe estudiar y poner en práctica programas computarizados, implementación de las tecnologías de la información y cualquier otro sistema tecnológico que brinde un control eficiente a la gestión en empresas ganaderas, tomando su uso no como una obligación sino como una oportunidad de entrar en un mercado globalizado y competitivo donde la tecnología llega para quedarse.

Lo anterior da como resultado un impacto positivo en el sector ganadero, donde la tecnología y la innovación mejorarían el posicionamiento y la competencia del sector frente a otros municipios impulsando el crecimiento económico de manera sostenible. De esta forma y trayendo como un punto importante se tienen los objetivos de desarrollo sostenible expedidos por la Organización de las Naciones Unidas específicamente el número 9 enfocado hacia la industria, innovación e infraestructura. La importancia radica en que la implementación de este proyecto promueve la industrialización inclusiva y sostenible, ya que busca mejorar la eficiencia productiva y la rentabilidad de las actividades ganaderas en la región.

El crecimiento económico, el desarrollo social y la acción contra el cambio climático dependen en gran medida de la inversión en infraestructuras, desarrollo industrial sostenible y progreso tecnológico. Ante la rápida evolución del panorama económico mundial y el aumento de las desigualdades, el crecimiento sostenido debe incluir una industrialización que, en primer lugar, ofrezca oportunidades a todas las personas, y, en segundo lugar, cuente con el respaldo de la innovación y de infraestructuras resilientes (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2020, p.2).

Esto se lograría a través de la adopción de tecnología innovadora, e incentivando por medio del aplicativo multiplataforma poner en acción buenas prácticas ganaderas que generen

registros seguros, apoyen normativas locales y nacionales y por ende creen un impacto en cadena que facilite el desde el trabajo del ganadero hasta el de industrias lecheras y carnes generando un impacto positivo en la economía local.

Por otra parte, el registro de metas y actividades diarias, semanales o mensuales permiten una clara medición de la producción, comparación de datos, índices productivos, evolución del rebaño, lo que hace falta hacer o ya se hizo, entre otros aspectos que evalúan de manera positiva o negativa el rebaño, generando así altas expectativas y fortaleciendo el éxito de la Finca ya que la importancia de la información influye al momento de la toma de decisiones en cuanto al manejo óptimo y acertado de los recursos económicos, además identificar los bovinos con mejores capacidades reproductivas y productivas permite hacer planificaciones a corto y largo plazo descartando aquellos bovinos que no generen realmente una buena productividad y aporte al hato.

Según lo afirma Gonzalez (2018) “Los registros que se implementan en la finca son de ayuda invaluable para el administrador durante sus funciones de control. Los planes no pueden ser desarrollados, implementados y luego ignorados. El negocio agropecuario debe ser vigilado, supervisado y dirigido” (p.8). Esto permite que el ganadero genere eficiencia en su finca, llevar registros claros y ordenados facilitando la evaluación de resultados y compararlos con las metas planteadas corrigiendo incongruencias y actuando a tiempo evitando pérdidas.

A partir de los registros relacionados como insumos, maquinaria y productos de la finca se genera un sistema de inventario complejo que permite coordinar, gestionar recursos y actividades cotidianas, es así como autores como Gonzalez (2018) afirman que;

Dentro del proceso de producción se debe tener claras las funciones del encargado a tomar la información, debe estar clara la necesidad de llevar de manera controlada y

planificada todos los eventos productivos y reproductivos que pasen en la empresa ganadera, y que se entienda que con esta actividad se podrá hacer un diagnóstico de la situación actual de la finca, y en base a ello buscar el mejoramiento del proceso actual u orientarse en la aplicación de un sistema útil de manejo y control de finca como puede ser un registro (p.14).

Por ejemplo, si en la finca “El Remolino” se tiene en cuenta la cantidad de bovinos, su dieta diaria y producción, pero además hay registros de los alimentos con los que cuenta la finca se puede hacer una relación proporcional que permitan administrar la comida sin la necesidad de afectar los animales. Otras actividades como las administrativas, consultas veterinarias, labores de mantenimiento, control de pastoreo, entre otras se pueden evaluar de igual forma generando relaciones a partir de un inventario detallado, ordenado y eficaz. *Ver anexo 2.*

Objetivos

Objetivo general

Crear un sistema para la gestión administrativa de la finca “El Remolino” en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté (Cundinamarca), contribuyendo al desarrollo de buenas prácticas de organización y control.

Objetivos específicos

Caracterizar los procesos de gestión ganadera de la finca “El Remolino” a partir de indicadores productivos, organizacionales administrativos y reproductivos.

Establecer las herramientas de desarrollo óptimas a través de un análisis comparativo que permita identificar las características que satisfagan las necesidades del proyecto.

Desarrollar un aplicativo móvil multiplataforma que facilite la administración y gestión integral de los recursos en la finca “El Remolino”.

Implementar el aplicativo móvil dentro de los procesos diarios de la finca "El Remolino", asegurando su lanzamiento y mantenimiento.

Alcances y Limitaciones

El proyecto se enmarca en la necesidad de una gestión y administración eficaz y eficiente de la finca “El Remolino” ubicada en la vereda Bruselas del municipio de La Villa de San Diego de Ubaté, haciendo uso de las Tecnologías de la Información. Se implementarán principalmente herramientas las cuales se enfocan en el desarrollo para dispositivos móviles multiplataforma, en el caso del proyecto cabe resaltar que solo estará disponible para dispositivos Android e IOS.

Los registros que ofrece el aplicativo están enfocados principalmente en los siguientes ítems: Registro bovino, Registro ganadero (Usuario), Registro de inventario, Registro de metas y actividades y Registro de producción. Además, esta información podrá ser leída, actualizada y eliminada permitiendo de esta manera gestionar y generar informes según lo solicitado por el usuario. El aplicativo no podrá ser instalado ni ejecutado en versiones anteriores a la 4.4 de Android, y para dispositivos con IOS que cuenten con una versión superior a la 13.1. Además, es importante considerar que, para la generación de informes, almacenamiento de datos y visualización de estos, se requiere una conexión a internet que posibilite la sincronización de esta información con la base de datos en Firebase. La memoria caché del dispositivo utilizado únicamente actuará como un almacenamiento temporal.

El tiempo de desarrollo e implementación estimado es de seis meses para su primera versión oficial, además se debe tener en cuenta que el aplicativo será de acceso gratuito y estará enfocado principalmente para el uso del ganadero ubatense.

Tabla 1

Requerimientos y limitaciones

Requerimiento y limitación	Descripción
Versión de Android	4.4 en adelante.

Requerimiento y limitación	Descripción
Versión de IOS	13.1 en adelante.
Usuarios activos por mes	50.000
Usuarios activos por mes: SAML/OIDC	50
Conexiones simultáneas en la base de datos en tiempo real.	100
GB almacenados en tiempo real.	1 GB
Bases de datos en tiempo real manejadas.	1
Tiempo de desarrollo estimado para el proyecto	6 meses

Nota: Algunos requerimientos están determinados por el uso de Firebase como base de datos en tiempo real (Google Developers, 2023). Fuente: Propia del autor.

Marco de Referencia

Estado del Arte

En el sector agropecuario, el desarrollo del software y las tecnologías de impacto están emergiendo como una oportunidad prometedora, aunque no a la velocidad y la intensidad con que han avanzado en otros espacios.

Hoy en día los hatos ganaderos que no cuenten con sistemas de identificación dinámicos para el ganadero estarían propensos a tener problemas de seguridad, y no podría contar con un control total de las variables de producción involucradas con la trazabilidad del ganado, así como también tener informes individuales de sus animales. (Dimas López & Barroso Benetíz, 2015, p.28)

A partir de lo anterior se puede establecer que el sector agropecuario se encuentra en un proceso de transformación significativo gracias al avance de software y tecnologías disruptivas, que están surgiendo como una oportunidad prometedora. Tal como se menciona, la implementación de sistemas de identificación para el ganado se ha vuelto indispensable para garantizar la seguridad y la trazabilidad del ganado, así como para generar informes individuales de cada animal, además hay que tener en cuenta que el uso de software agrícola puede potenciar la eficiencia y rentabilidad de las fincas, al permitir un mejor control de las variables productivas y una toma de decisiones más precisa.

Relacionándolo con la ingeniería de sistemas se puede decir que esta entra a desempeñar un papel crucial en el desarrollo de soluciones de software personalizadas para el sector agropecuario, lo que puede contribuir a mejorar la productividad y sostenibilidad de la industria agrícola en general, tomando lo mejor de técnicas de administración de la finca y su ganado

empíricas llevándolo a sistemas que implementan las tecnologías de la información y la comunicación.

Según Carmona Carmona & González Pulgarín (2016),

La productividad no alcanza los estándares mundiales principalmente por la falta de visión empresarial del sector, situación reflejada en el empirismo que se maneja en las empresas que lo componen, especialmente aquellas a cargo del pequeño y mediano productor que ha visto la producción de su finca como la forma de obtener su renta familiar (p.1).

No obstante gracias a diferentes fuentes en la web se ha encontrado que sin duda los desarrolladores informáticos, las empresas y centros tecnológicos del sector agropecuario han visto el potencial que tienen estas nuevas tecnologías que sin duda convertirán a los smartphones y tablets en herramientas indispensables en el día a día del ganadero.

En Colombia, existen destacados productores de ganado bovino que se distinguen por su eficiencia empresarial y por haber implementado sistemas de registro para el control de la producción en sus propiedades. Los registros permiten a los productores medir y analizar de manera precisa los resultados de su actividad ganadera, lo que les brinda la oportunidad de tomar decisiones informadas y estratégicas para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de sus propiedades. Para Bermeo (2021) “Esto ha permitido medir los resultados, comparar hatos, índices productivos, reproductivos y económicos. y analizar su evolución de forma positiva o negativa a lo largo del tiempo” (p.1). Aunque no se pueda afirmar lo mismo de medianos y pequeños ganaderos. Por tal motivo,

Es necesario involucrar a la comunidad ganadera particularmente en el departamento de Cundinamarca, donde esta actividad es factor clave de progreso, en estas nuevas prácticas

que hoy por hoy son éxito en muchos lugares del mundo tales como Uruguay y Brasil, para garantizar un mejoramiento en la gestión que actualmente manejan haciendo uso de facilidades tecnológicas y a su vez impactando de manera positiva a la región. (Ortíz & Pacheco, 2010, p.18)

Es importante destacar que a nivel global, nacional y local se han estado desarrollando diversos aplicativos webs, aplicaciones móviles, sistemas de información y software de escritorio, diseñados específicamente para brindar apoyo al ganadero en sus tareas diarias.

Figura 1

Criterios para elegir un software agrícola.



Nota: Cada vez más empresas del sector agroalimentario conocen la importancia de contar con programas y herramientas automatizadas para la gestión del negocio. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta varios factores al momento de elegir alguno. Fuente. Adaptado de Perez Silverio (2019). <https://asesorias.com/empresas/programas-gratis/software-gestion-agricola/>

Contexto internacional. Se encuentran proyectos y aplicativos de calidad sofisticados y muchos de ellos se encuentran disponibles en varios países ya que han encontrado en la ganadería un modelo de negocio sustentable y de crecimiento continuo gracias a la

implementación de tecnologías en las actividades diarias. Uno de estos proyectos es “*Hatox Software ganadero*”, desarrollado en Yucatán (México) el cual es el resultado de varios años de investigación en el ámbito ganadero de la región, de aquí que los componentes del software no solo trabajen con un tipo específico de registros o actividades. Entre las fortalezas de este software y que podrían llegar a adaptarse y mejorarse en el proyecto se encuentran:

Control de inventarios: Se enfoca principalmente en tarjetas individuales que permiten estudiar el ganado por edades, potreros y clasificación.

Control de engorde: Tiene un sistema de hoja de pesaje mensual la cual permite calcular la ganancia de peso de manera automática, además de integrar la conversión alimenticia, ganancia de peso, utilidad y costo por periodo.

Pie de cría: Permite el ingreso de datos relacionados con palpaciones, partos, genealogía. Además de generar pronósticos de partos, intervalos entre partos, crías a destetar, listado de crías por edad.

Producción lechera: Genera reportes aproximados a partir de una muestra al mes de cada vaca, estos reportes aportan productividad de tus vacas, curva de lactancia, entre otros. A partir de las tarjetas también se puede determinar el porcentaje de grasa en la leche, si es una vaca con mastitis o si está seca, Agroshow (como se citó en Mexico Ganadero, 2018, p. 1-7).

A diferencia del proyecto, este aplicativo al ser tan sofisticado se ofrece solo para sistemas operativos de computadoras, las características que ofrecen son mucho más complejas y diversas, aunque no se encuentran datos acerca del historial y control de actividades y metas diarias del ganadero, un factor a trabajar en el proyecto.

En Buenos Aires (Argentina) se llevó a cabo el software ganadero *DairyComp* el cual cuenta con las herramientas necesarias para dar seguimiento de la información de las vacas, los factores que lo integran se enfocan principalmente en reproducción, producción y salud, además de generar informes a partir de registros presentes y futuros. A diferencia del proyecto, esta herramienta se enfoca en analizar datos reproductivos basado en datos de los sementales, técnicos, códigos de inseminación, día de la semana entre otros, adicional a esto monitorea el desempeño del hato a partir de la producción, inventario y salud del hato. Se presenta como un sistema On-Premise y su uso se enfoca principalmente en las computadoras y disponibilidad de un aplicativo móvil. Entre sus características se pueden encontrar:

Velocidad: El programa más rápido para registrar y obtener información. Elimina todas entradas duplicadas y repetitivas.

Flexibilidad: Se puede adaptar a una variedad de estilos de manejo lechero. Variedad de reportes limitados únicamente a la imaginación del usuario.

Compatibilidad: Conecta con todos los centros de Operación DHIA. Puede calcular su propia información de producción.

Sofisticación: Capaz de conectarse con los sistemas de ordeño del establo. Puede transferir información hacia y desde otras computadoras, Agroshow (como se citó en Software Ganadero Lechero Dairy Comp, 2022).

Figura 2

Aplicativo móvil - Dairy Comp



Nota: La interfaz del aplicativo Dairy Comp es intuitiva y se manejan alrededor de seis módulos, aunque no está disponible para dispositivos IOS y requiere una versión de Android superior a la 6.0. Fuente. Adaptado de DairyComp GO (2022).

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vas.dclite.prod&hl=es_MX&gl=US&pli=1

Continuando con software para Windows y con uso a nivel internacional se encuentra “InterHerd plus”, que es un sistema de manejo de información para ganaderías de leche, carne y doble propósito (de cualquier especie; ovinos, bovinos, búfalos, etc.) basado en Windows. El programa le ofrece al gerente / administrador un conjunto de herramientas analíticas para monitorear todos los aspectos de manejo del hato, incluyendo la producción, la salud, la fertilidad y el análisis del ganado. Como similitud con lo que ofrece el proyecto se encuentran los registros de inventarios de insumos además que está destinado tanto para grandes y pequeños ganaderos. Muchos países lo implementan para llevar las bases de datos de sus gobiernos en

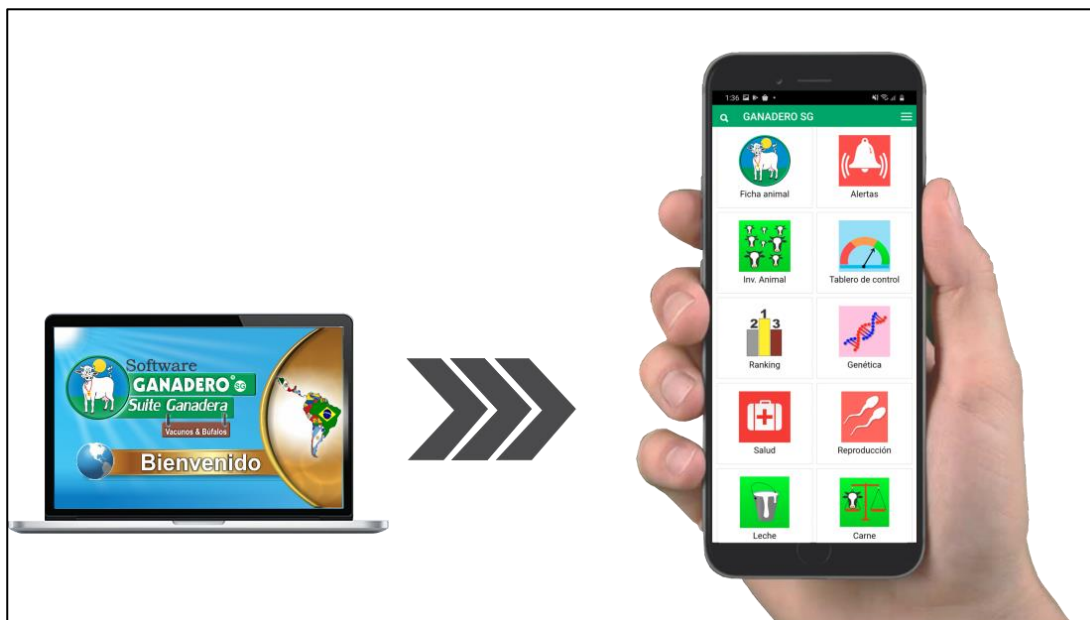
cuanto a servicios veterinarios, sociedades de cría y como registro de producción de leche. (Universidad de Reading (Reino Unido), 2017)

Contexto nacional. En Colombia resalta el proyecto *Ganadero SG*, creado por la empresa Usati Ltda. ubicada en Cartagena, usado para administrar cualquier tipo de ganadería: lecherías, doble propósito, cría o engorde. Fácil de usar en dispositivos Android, iOS, y aplicativo web. Pero con costos altos que rondan entre los 400.000 a los 2.500.000 pesos colombianos. Actualmente se encuentra en su versión 22, y brinda muchas características que permiten controlar y administrar cualquier tipo de sistema productivo.

Al igual que con el proyecto se buscó desarrollar un sistema fácil de manejar con una curva rápida y sencilla de aprendizaje, además de que no se limita al número de fincas ni de animales. Algo que es muy interesante y puede llegar ser de gran aporte es la implementación del concepto de Alertas y Tablero de control (TC) ya que puede facilitar la identificación de las actividades o metas propuestas por el ganadero a partir del uso de colores, que simbolizan las metas que se están cumpliendo día tras día. Además de la integración de algoritmos inteligentes que ayudan al ganadero a ser más eficiente basado en predicciones, posibles causas de los problemas y una posterior orientación de posibles soluciones (USATI LTDA., 2022, pp. 2-17).

Figura 3

Aplicativo móvil de Smart Ganadero SG



Nota: Para la versión móvil de Smart Ganadero se manejan diez módulos específicos. A diferencia de BovinApp varios de estos se agrupan en uno solo por ejemplo leche y reproducción hacen parte de producción. Fuente. Adaptado de Ganadero SG (2023).

<https://www.softwareganadero.com/ganaderoweb.aspx>

“*SmartGanadero*” es un software Colombiano que se desarrolló como un Sistema Administrativo Integrado (ERP) para fincas ganaderas, por lo tanto, es muy sofisticado permitiendo la gestión administrativa y financiera en un solo software, además de integrar áreas de gran importancia para el ganadero que incluyen la información detallada del animal, producción de leche, pajillas/embriones y carne, registro veterinario, control de datos relacionados a la vacunación, crecimiento, inventarios, contabilidad, cartera y compras y ventas (Smart JSP, 2021, pp. 1-5).

Además de lo anterior ofrece aplicativos tanto móviles como web, de forma segura. Entre sus posibles aportes al aplicativo del proyecto se podrían evaluar la información que solicita al

momento de hacer registros de algún animal, fichas técnicas, o producción. También la gestión de inventarios, gastos, y pasos para llevar una contabilidad transparente.

Contexto local. Se destacan algunos proyectos similares a los estudiados los cuales son *Diseño de un aplicativo destinado a la población ganadera de la jurisdicción de la oficina de asistencia Técnico-Agropecuaria Ambiental Omataa del municipio de Guachetá* (Molano Quiroga, 2020). Aunque el software es diseñado para computadoras con sistema operativo Windows, el diseño de la interfaz y requerimientos para el registro ganadero cuenta con algunas coincidencias respecto al proyecto, este aplicativo uso bases de datos relacionales para administrar la información puesto que para aplicaciones de escritorio usar esta base de datos es más óptimo en cuanto a velocidad de registros y lecturas, a comparación del proyecto que usa bases de datos NoSQL.

Cómo aporte al proyecto se pueden evidenciar el trabajo colaborativo con la Omataa y ganaderos de la región, pero solo permite ingresar información muy general acerca del ganadero y de su finca, en el proyecto se busca detallar muy bien estos ítems para que la información este mas organizada y mejor administrada, así por ejemplo se añaden registros de inventario, producción y tareas o metas.

Figura 4

Diseño final del aplicativo para la Omataa de Guachetá.



Nota: Los módulos que se tienen en cuenta para los registros son el de propietario, animal, salud y búsqueda individual, estos mismos se trabajan en el proyecto BovinApp, aunque claramente se agregan otros de acuerdo con las necesidades del ganadero. Fuente. Adaptado de Molano Quiroga (2020). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42371/lamolanoq.pdf>

Rentabilidad en una finca del municipio de Ubaté (Al-ashram & Márquez, 2018, pp. 24-32). Este proyecto de investigación es muy interesante en cuanto a lo que muestra en relación con la ganadería bovina en el Valle de Ubaté, algunos datos se pretenden manejar en el proyecto, pero lo relacionado con la producción de leche y carne se puede profundizar y mejorar los campos de registro de estos datos según lo muestra el documento. También la investigación puede servir como base para profundizar en la cotidianidad de los ganaderos ubatenses y su ganado, como acostumbran a hacer registros, a marcar animales, a comercializarlos o llevar la administración de la finca, entre otros datos interesantes.

Cabe resaltar que además de proyectos e investigaciones relacionadas directamente con el desarrollo de sistemas ganaderos, también se logra apreciar material importante en cuanto a investigaciones previas llevadas a cabo con el fin de comparar e identificar las mejores herramientas para el desarrollo de aplicativos multiplataforma.

Aunque la documentación relacionada con estudios comparativos entre las ventajas y desventajas de usar ciertas herramientas para que se adecuen mejor a proyectos es escasa, se logra extraer un artículo de la revista “*Ciencia Latina Revista multidisciplinar*” denominado *Análisis comparativo de entornos de desarrollo móvil* (Quisaguano y otros, 2022). En este artículo de la Universidad Técnica de Cotopaxi en Ecuador se enfocan principalmente en herramientas de desarrollo para móviles (Android y IOS), exclusivamente en Android Studio, Xamarin y Flutter. El estudio es exhaustivo y se estudian a fondo en cuanto a sus ventajas,

desventajas, requerimientos de instalación, similitudes con otros frameworks o lenguajes de programación nativos y en qué casos es ideal implementar cada una.

Para el estudio se tomó una metodología de investigación cualitativa que permitió interpretar resultados desde los conceptos, cualidades y usos las herramientas, además a partir de una estrategia documental se hizo una recolección de datos gracias a diferentes fuentes de información como revistas, artículos y sitios web, es así como llegan a conclusiones interesantes, Xamarin permite compartir el código entre plataformas logrando un tipo de desarrollo semihíbrido, Flutter crea aplicaciones de rendimiento nativo para Android y iOS a partir del lenguaje de programación Dart y Android Studio permite un desarrollo nativo para dispositivos con sistema operativo Android.

Como aporte a la investigación que se lleva a cabo para determinar las herramientas adecuadas para desarrollar el sistema ganadero multiplataforma para móviles, se puede tener en cuenta que el texto resalta la importancia de considerar varios factores al programar una aplicación nativa. Se menciona que las Apps Nativas no permiten reutilizar su código fuente, pero algunos lenguajes como Flutter o Xamarin permiten migrar aplicaciones Android. Además, se destaca la importancia de evaluar el tiempo necesario para construir una aplicación nativa, ya que, en el caso de una app nativa de Android, se logra un acceso completo al sistema operativo de la plataforma.

Un Análisis Comparativo de Bases de Datos para Dispositivos Móviles (Tesone, 2021). Este artículo científico publicado en la revista de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Plata en Argentina, se enfoca en identificar las mejores opciones en bases de datos y Sistemas de Gestión de Bases de Datos para dispositivos móviles, se incluye en la investigación un comparativo entre bases de datos NoSQL y SQL con el fin de seleccionar una

de cada una y hacer pruebas prácticas que determinen las ventajas y desventajas de estas. Para el caso de SQL se procede con SQLite y de NoSQL con Couchbase Lite, ambas bases de datos de código abierto, fácil implementación y orientadas hacia aplicaciones móviles sencillas que no requieren un alto almacenamiento y procesamiento de información.

Como conclusión para tener en cuenta a partir del artículo de investigación se tiene que Couchbase Lite es más adecuado para modelos de datos con estructuras no claramente definidas o propiedades opcionales. Sin embargo, estas ventajas son inherentes a los DBMS NoSQL documentales en general, no específicas de Couchbase Lite. Además, se destaca que el modelo de datos del problema influye en la elección entre SQLite y Couchbase Lite para el desarrollo móvil, de acuerdo con las características previamente descritas.

Marco Teórico

Para el desarrollo del aplicativo y su fundamentación teórica donde se tuvieron en cuenta varios enunciados e hipótesis que sirven como base para sustentar y enfocarse en una investigación previa con la finalidad de generar un software apto y confiable para el posterior uso de los ganaderos del municipio.

La teoría de inventarios, como base para estudiar y generar informes claros y detallados sobre los registros continuos del ganadero que aporten fiabilidad y generar procesos rápidos y efectivos relacionados con el control del almacenamiento de los recursos de la finca, es por esto que para ser más sencilla la tarea del desarrollador y del usuario, el aplicativo del proyecto fragmenta en seis grandes grupos el control de este inventario teniendo en cuenta esto se manejan; un inventario de alimentos, medicamentos, ferretería, maquinaria, inventario de bovinos (que a su vez se divide en grupos según características específicas de estos) y uno para la producción, por ende las consultas y actualizaciones de información resultan ser más sencillas

y ágiles teniendo en cuenta por otro lado que se maneja una interfaz adaptable a dispositivos móviles por lo cual la información mostrada en pantalla no la puede saturar.

Entrando en un campo más teórico acerca de los inventarios y su facilidad de implementación, uso, ventajas e importancia se puede citar a Taha (2012), quien explica cómo se origina este modelo y cuando y como aplicarlo,

El problema del inventario tiene que ver con guardar en reserva un artículo para satisfacer las fluctuaciones de la demanda. El exceso de existencias de un artículo aumenta el costo del capital y de almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o las ventas. El resultado es buscar un nivel de inventario que balancee las dos situaciones extremas minimizando una función de costo apropiada. El problema se reduce a controlar el nivel del inventario diseñando una política de inventario que responda dos preguntas: ¿Cuánto pedir? Y ¿Cuándo pedir? (pp.487-489).

En la ganadería los inventarios pueden llevarse de muchas formas pues desde un simple cuaderno de registro, hasta uso de software como Excel, ERP, e incluso aplicativos sencillos son suficientes para llevar al día la información a detalle de la finca, a partir de estas opciones es necesario precisar que la elección que se escoja va a influir seriamente en la agilidad, gestión, toma de decisiones y administración eficaz de la finca, por ejemplo solo hay que pensar en los riesgos que corre un cuaderno de ser perdido, o deteriorado, e incluso las tablas de Excel que no son subidas a la nube corren el riesgo de perderse para siempre. De aquí que el aplicativo del proyecto maneje bases de datos en tiempo real y en la nube que generen fiabilidad y seguridad para el ganadero.

Los inventarios ganaderos son herramientas fundamentales, sino muy prácticas para todas las labores que se realizan en una finca. Estos son muy fáciles de hacer, por lo que el

ganadero debe aprender cómo y cuándo debe llevarlos a cabo en su predio...realizar este tipo de técnicas en la empresa agropecuaria es muy importante porque permite al productor conocer el capital que se tiene invertido, además de saber en cuánto ha crecido ese capital a través del tiempo, llegando a tener claro el estado en el que se encuentran los activos (González, 2022, p. 1).

Además de la Teoría de inventarios también cabe resaltar la importancia de la **Teoría General de Sistemas aplicada a los sistemas de información** la cual contiene aspectos claves y terminología importante a la hora de plantear una fundamentación teórica del proyecto. Ante la constante globalización y modernización de todos los sectores de la economía es necesario que los esquemas de producción y registros de información ganaderos pasen a ser administrados a través de sistemas de información que faciliten las actividades del ganadero y se adecuen a normativas y guías prácticas que se están usando a nivel mundial.

En el caso de Colombia varias organizaciones como la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) y el Ministerio de la Agricultura y Desarrollo Rural solicitan datos de trazabilidad e inventarios para generar sus bases de datos y estudiar la situación actual de la ganadería en el país.

La Teoría de Sistemas representa un nuevo paradigma para el entendimiento de las organizaciones y su dirección, un punto de arranque para pensarlas bajo la perspectiva de sistemas abiertos en interacción con su medio ambiente. Eso también facilita la comprensión de las interrelaciones entre los principales componentes de una organización: sus objetivos, tecnología, estructura y relaciones (Vélez, 2012, p. 6).

Esta teoría también entra a jugar un papel vital en cuanto al desarrollo a partir de Feedbacks que al acoplarse al software del proyecto lleven a lograr un control de los procesos de

producción, toma de decisiones y conexión en una red digital con enfoque global, adaptándose no solo al ganadero del municipio sino a cualquier otro potencial usuario. Autores como Ospina (2018), confían en la implementación de sistemas de información para el desarrollo óptimo de la ganadería en todos los países además de abandonar poco a poco el modelo tradicional, en el que la fuente de información se desarrolla a partir de la intuición, tradición cultural, oral o prueba y error que no permite pasar a un pensamiento empresarial donde las decisiones se fundamenten en el uso de la información veraz y detallada.

Para que un sistema de información se acople a estos requerimientos es necesario desarrollar tres Feedback, uno para cada punto con su propio proceso de retroalimentación, el primero con objetivo control de procesos, la segunda generación de indicadores, análisis y planeación, y la tercera conexión en red; integrados mediante un software que sirva de amarre a la estructura siguiendo el modelo del Sistema de información (Ospina, 2018, p.1).

Marco Conceptual

El sector ganadero en la provincia de Ubaté es uno de los más importantes y de los que generan mayor entrada económica al municipio. Su importancia es tal que organizaciones locales, departamentales y nacionales se enfocan en establecer rutas, normativas y procesos necesarios para hacer de esta labor cada vez más sustentable, eficiente y aprovechable por parte de los ganaderos. Sin embargo, la necesidad de implementar nuevas tecnologías T.I y de generar procesos de administración y gestión más eficaces es cada vez más relevante permitiendo el uso adecuado de los recursos con los que cuenta la finca. A partir de esto se generan una serie de conceptos importantes para tener en cuenta al momento de desarrollar el aplicativo del proyecto y evaluar su funcionamiento y calidad.

Administración y gestión ganadera

“La actividad ganadera, es un proceso gerencial, que implica planificar, organizar, dirigir y evaluar todas las labores a los efectos de lograr los resultados esperados y en consecuencia su crecimiento sostenido y sustentable en el tiempo” (González, 2018, p.1). De lo anterior se puede deducir que una administración eficaz garantiza al ganadero un manejo de recursos adecuado que le ayuden a generar mayor productividad y rentabilidad en su empresa, varios factores son los que determinan el éxito de esta administración por ejemplo el sistema que se esté implementando para llevar registros (puede llegar a ser simplemente un cuaderno de notas, o un software especializado como un ERP), la cantidad de registros diarios que se hacen, la evaluación constante de las actividades o metas propuestas, la producción de leche de cada vaca, el tamaño y marcado del hato ganadero, e incluso el registro del tiempo que se gasta ordeñando o cambiando de potrero al ganado.

Es por esto por lo que autores como González (2018), afirman que la administración de una finca ganadera no es sencilla y se podría pensar en una organización ganadera como una empresa donde la gerencia es de vital importancia para enfrentar retos del mercado nacional e internacional. Dentro de sus características se pueden encontrar:

Depende en alto grado de factores de difícil control (biológicos, climáticos, etc.).

Su producción es estacional, con una oferta de productos que se concentra en períodos muy determinados.

Su producción es de difícil conservación en el tiempo y necesita de un rápido consumo o procesamiento. Generalmente tiene una estrecha vinculación con la familia.

En general, existe una gran dificultad para que uno solo o pocos agronegocios puedan tener una significativa porción del mercado.

Se ubica en un contexto sociocultural de tradiciones y costumbres arraigadas. (p. 9)

8.3.1.1. La finca bovina y sus registros

Hay diversos sistemas para llevar un registro de la finca ganadera, desde un simple papel y lápiz, hasta el uso de sofisticados programas de computador. Es importante tener claro que los registros deben ser simples y prácticos, enfatizando los factores de producción, aunque entre más factores de división (razas, edad, producción, categoría, inventarios, entre otros) mayor organización y eficacia al momento de hacer consultas sobre la finca.

Contar con registros puede traer muchas ventajas entre ellas:

Facilitan la toma de decisiones: La información de los registros ayuda a mejorar índices económicos, de productividad y de reproducción.

Permiten la comparación de los índices actuales con los ideales: Ayudan a medir, reportar y comparar el presente y pasado para realizar proyecciones.

Planteamiento de metas y actividades acordes al desarrollo de la finca: Llevar registros ordenados de lo que se hace diaria, semanal o mensualmente, permitirá tener una mejor visión sobre lo que se espera o desea hacer en la finca.

La revista ganadera Pronaca (2011), acorde con lo que se enuncio por parte de la alcaldía De Ubaté. resaltan seis registros principales que todo ganadero debe tener:

Inventario de animales.

Tarjetas individuales

Producción de leche

Ganancia de pesos

Comportamiento reproductivo

Cronograma de actividades.

8.3.1.2. Trazabilidad ganadera

El término trazabilidad se refiere a seguir los pasos del animal desde que nace hasta que se faena, lo que incluye su fecha de nacimiento, procedencia de madre y padre, sexo, raza, evolución genética, esquema de alimentación, sitio geográfico donde se crió y creció, entre otros aspectos.

Dicha tarea en Colombia se comenzó a trabajar mediante el Sistema Nacional de Identificación e Información de Ganado Bovino, SINIGAN, ley 914 de 2004 que llevó a cabo Fedegán entre los años 2009 y 2012, periodo en el cual el gremio diseñó y puso en marcha un esquema con altos estándares de aplicación... En síntesis, de un hato bovino de 27,6 millones de cabezas, cifra a 31 de enero de 2020, solo se encuentran con la respectiva identificación 4.695.261 desde el año 2013, es decir, el 17 % (Fedegan, 2018).

Según un estudio realizado por la Universidad de la Salle en el Valle de Ubaté, se demostró que este municipio es uno de los cuales, menos aportes ha dado a los estudios de trazabilidad nacional, pues la falta de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), ha llevado a los ganaderos de la región a generar desorden en los registros de sus animales, Garzón & Ruíz (como se cita en Contexto Ganadero, 2020, pp. 2-6).

Figura 5*Sistema tradicional de trazado bovino*

Nota: Los crotales facilitan el marcado y se utilizan como sello de propiedad identificando al ganadero como propietario del animal. Fuente. Adaptado de Agroshow (2021).

<https://agroshow.info/productos/ganaderia/identificacion-animal/aretas-para-identificacion-del-ganado/>

Sistemas de información

Es un conjunto de componentes interrelacionados que trabajan juntos para recopilar, procesar, almacenar y difundir información para apoyar la toma de decisiones. Además, apoyan la coordinación, control, análisis y visualización de una organización. Su principal objetivo es convertir datos sin procesar en información útil para las empresas u organizaciones, por ejemplo, un ganadero cuenta con datos de producción de sus vacas, insumos que utiliza diariamente, o datos relacionados con su inventario físico como alimentos, medicamentos, ferretería o maquinaria.

La finalidad de la implementación de un SI es tomar estos datos, procesarlos generar datos estadísticos, informes y análisis completos que faciliten al administrador de la finca tomar decisiones permitiendo reducir costos, estudiar variables que amenazan su producción o simplemente hacer un seguimiento exhaustivo a las actividades diarias que realiza en empresa. Al estudiar los SI se debe tener en cuenta la importancia de los siguientes componentes:

Hardware: los sistemas utilizan hardware local como una computadora o servicios de Nube para su ejecución. En el proyecto el hardware se encuentra en los dispositivos móviles que se utilizarán para acceder al aplicativo. Estos dispositivos, como smartphones o tablets, son necesarios para que los usuarios de la finca puedan ingresar, consultar y actualizar la información del ganado, los inventarios y demás aspectos relacionados con la gestión ganadera. También se requiere de un servidor para alojar los datos y la base de datos del aplicativo, aunque este hardware no estará presente en la finca y estará alojado en algún proveedor de servicios en la nube.

Software: estos son los programas utilizados para administración, procesamiento y análisis. El software se encuentra en el centro del proyecto, ya que se desarrollará un aplicativo móvil multiplataforma desde el lenguaje de programación, frameworks, herramientas de diseño, entornos de desarrollo y otras herramientas son consideradas software necesario para el desarrollo del proyecto.

Bases de datos: los sistemas trabajan con recursos organizados en tablas y archivos. Firestore desempeña este papel dentro del proyecto, es una base de datos documental que permitirá organizar y administrar los datos proporcionados por el usuario de forma efectiva y en cualquier momento que el usuario lo solicite.

Red: se deben conectar diferentes recursos entre sí, especialmente si muchas personas diferentes en una organización usan el mismo sistema. El aplicativo móvil que se desarrollará requiere de conexión a internet para poder funcionar correctamente, ya que los datos y la información que se manejarán en la finca serán almacenados en la nube y accesibles a través de la red. Además, se necesitará acceso a internet para poder realizar actualizaciones del software y garantizar su correcto funcionamiento, además de la necesaria conexión entre el aplicativo y el almacenamiento en la nube a partir de Firebase.

Procedimientos: describen cómo se procesan y analizan los datos y recursos específicos para obtener las respuestas para las que está diseñado el sistema (“lógica del negocio”). (KIO Networks, 2021, pp. 2-7)

Sistemas multiplataforma

Son aplicaciones que se caracterizan por ser creadas bajo un único lenguaje de programación que facilita su exportación y por tanto su visualización en cualquier tipo de dispositivo independientemente de su sistema operativo. Al ser desarrolladas con un mismo lenguaje, sólo son necesarios unos cambios mínimos para su completa adaptación a cualquier dispositivo, ya sea móvil, ordenador o Tablet, entre otros (Fernández, 2021, p. 4).

El desarrollo del proyecto se enfoca en este concepto pues su programación parte de un solo lenguaje de programación implementando un Framework que posteriormente será el encargado mediante algunas adaptaciones de permitir que la aplicación sea ejecutada en el sistema operativo Android y IOS, la facilidad que generan estos tipos de aplicativos permiten a diferencia de las aplicaciones nativas no usar un lenguaje de programación como Java o Kotlin para aplicaciones Android y aparte Swift u Objective C para aplicaciones de IOS, aunque llegan a

ser más eficaces en cuanto a su funcionamiento, los costos y tiempo que consumen sus desarrollos son extensos y necesitan de mayor conocimiento en cada uno de los lenguajes que se usen a comparación del enfocarse en solo uno. Otras ventajas que se pueden resaltar de este tipo de apps son:

A diferencia de las web apps, las multiplataforma no necesitan usar el navegador ya que se pueden descargar y crear así un acceso directo desde el dispositivo. Además, estas apps tienen una integración completa tanto con el hardware como con el software de cada dispositivo.

Los lenguajes de programación en los que se desarrollan son muy utilizados lo que hace que la experiencia y el conocimiento de ellos sea mayor.

La filosofía Mobile First es una de las claves en el desarrollo de apps multiplataforma. El hecho de que se pueda adaptar a todo tipo de dispositivo, en especial a los móviles, hace que sean una herramienta mucho más atractiva para los clientes (Fernández, 2021, pp. 9-13).

Aplicaciones nativas vs Aplicaciones multiplataforma vs Aplicaciones híbridas

La elección entre aplicaciones nativas, híbridas y multiplataforma depende de factores como los recursos disponibles, las necesidades de rendimiento, el alcance de la aplicación y las preferencias del equipo de desarrollo. Cada enfoque tiene sus ventajas y desventajas, por lo que es importante evaluar cuidadosamente cuál es el más adecuado para un proyecto específico.

En primera instancia las aplicaciones nativas se desarrollan en lenguajes de programación específicos dependiendo del Sistema operativo donde se implementará el aplicativo, es decir Swift u Objective - C para iOS y Java, Kotlin o C para Android. Este marco de desarrollo permite una experiencia de usuario personalizada según el sistema operativo, el acceso a

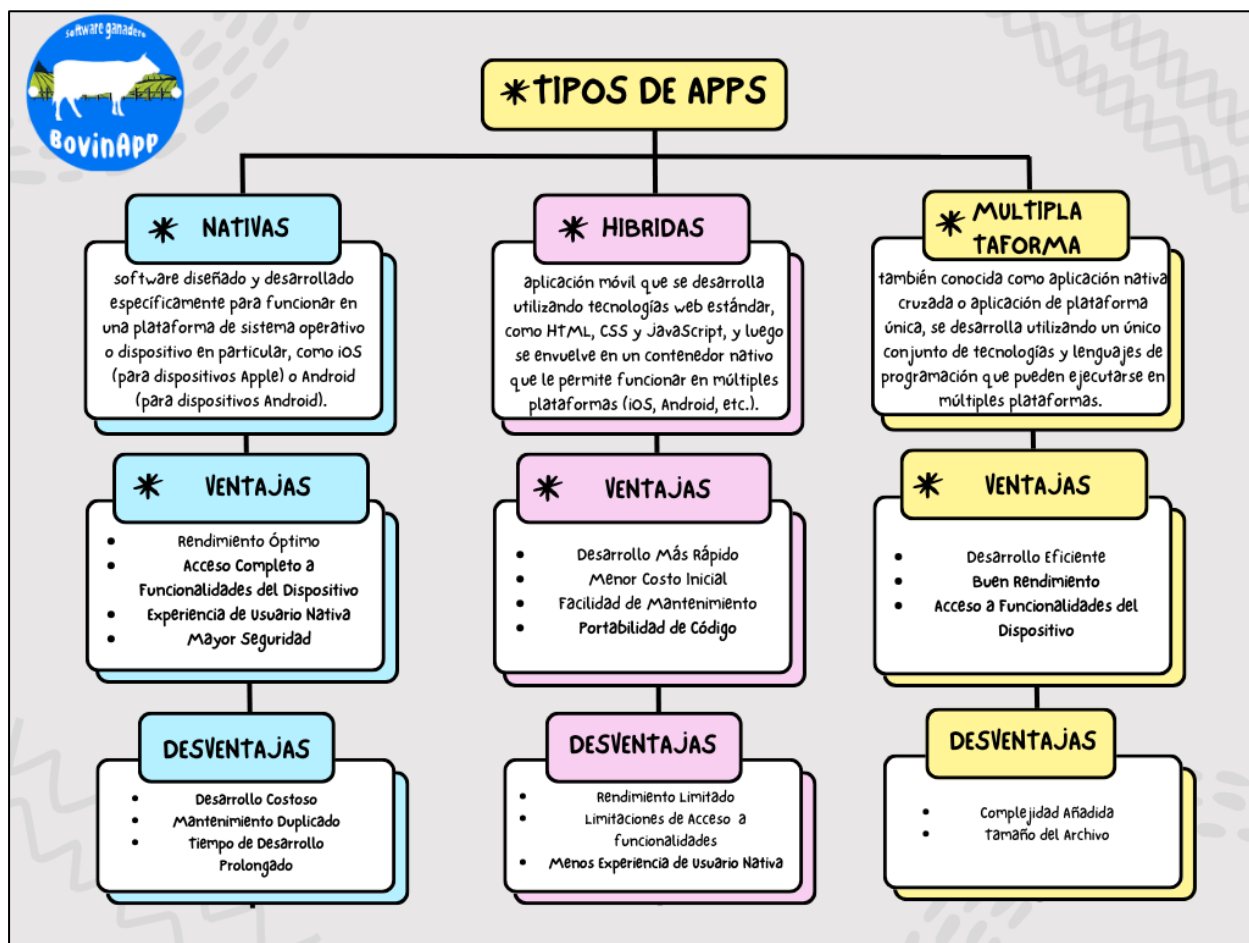
funciones y hardware del dispositivo es el mejor, el rendimiento es escalable y el mejor en comparación con los otros tipos de aplicaciones, aunque su principal desventaja es el alto costo y tiempo que se necesita invertir en este tipo de desarrollo (AppMaster, 2023).

También se tienen las aplicaciones híbridas las cuales se construyen utilizando tecnologías web estándar como HTML, CSS y JavaScript, estas aplicaciones se envuelven en un contenedor nativo que permite que funcionen como aplicaciones nativas en diferentes plataformas. Los frameworks populares para desarrollar aplicaciones híbridas incluyen Apache Cordova (anteriormente conocido como PhoneGap) e Ionic, cabe destacar que, aunque pueden ofrecer una apariencia y funcionalidad similar a las aplicaciones nativas, a veces pueden ser menos eficientes y rápidas debido a la capa de abstracción adicional.

Por último, se habla de aplicaciones multiplataforma cuando el código que se genera es reutilizable y utilizarse en varias plataformas a menudo conocidas como aplicaciones nativas cruzadas o aplicaciones de plataforma única, se desarrollan utilizando un único conjunto de lenguajes de programación y herramientas. Estas aplicaciones suelen estar escritas en un lenguaje de programación específico, como React Native (JavaScript), Flutter (Dart) o Xamarin (C#), a comparación de las híbridas, las aplicaciones multiplataforma son capaces de aprovechar una capa de abstracción que permite compilar el mismo código fuente para múltiples plataformas, ofreciendo un mejor rendimiento y experiencia de usuario casi nativo (Dieker, 2023).

Figura 6

Comparativo entre los tipos de apps



Nota: De acuerdo con el comparativo anterior se determina desarrollar un aplicativo multiplataforma para el presente proyecto ya que ofrece los mejores beneficios desde diversos factores, incluyendo el presupuesto, el tiempo de desarrollo, las necesidades de rendimiento y las características específicas del proyecto. Fuente: Propia del autor.

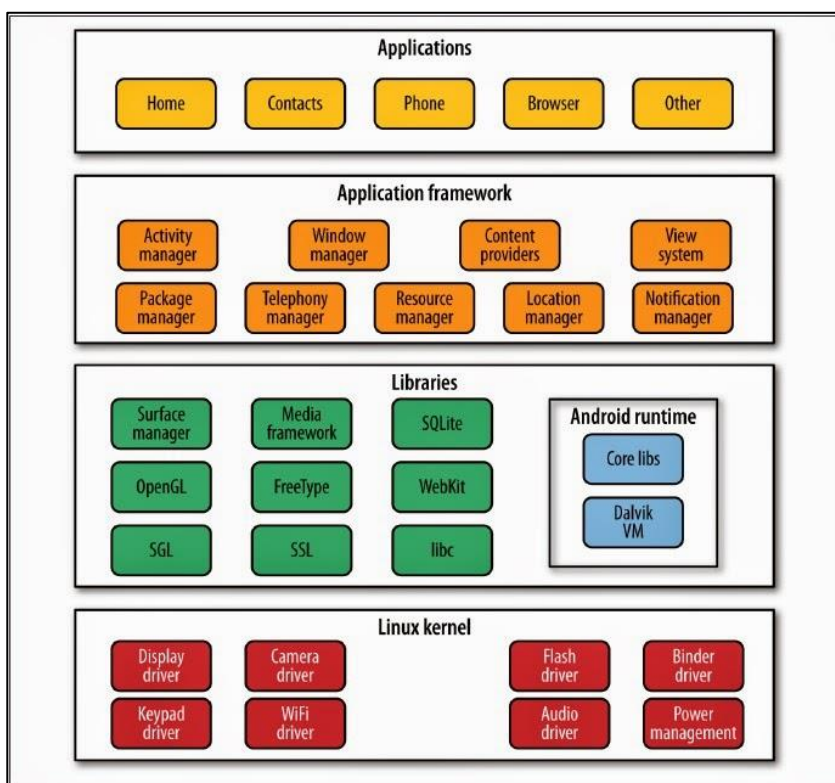
Sistema Operativo Android

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles, al igual que iOS, Symbian y Blackberry OS. Lo que lo hace diferente es que está basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma.

El sistema permite programar aplicaciones en una variación de Java llamada Dalvik. El sistema operativo proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etc.) de una forma muy sencilla en un lenguaje de programación muy conocido como es Java (Nieto, 2011, pp. 1-3).

Figura 7

Arquitectura del SO Android



Nota: Del nivel más bajo al más alto se encuentra el kernel de Linux, librerías, frameworks, y por último las aplicaciones. Fuente. Adaptado de Android (2023).

https://www.android.com/intl/es_es/what-is-android/

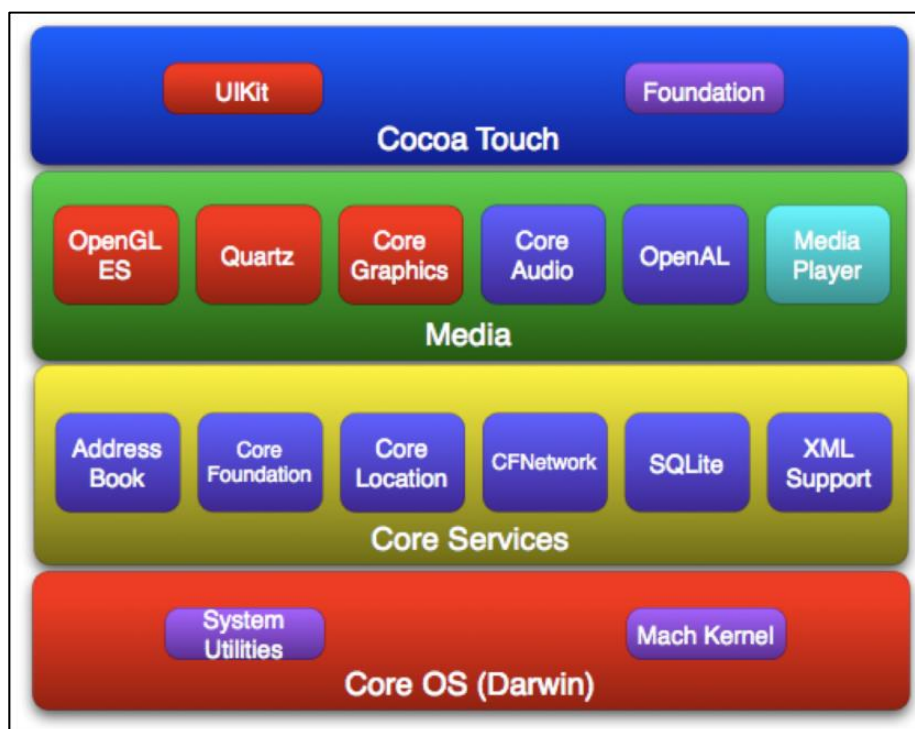
Sistema Operativo IOS

IOS es un sistema operativo lanzado y utilizado por Apple. Su nombre proviene de iPhone OS. Es decir, Sistema Operativo de iPhone. Se trata de un sistema cerrado que no se

puede utilizar salvo en dispositivos de marca Apple. La gran diferencia con Android es esta: el sistema operativo de Google puede instalarse en infinidad de teléfonos de todas las marcas, pero iOS es un sistema cerrado y exclusivo para los aparatos de la marca de Cupertino. No para los demás. Al igual que otros sistemas operativos móviles, iOS nos permite instalar aplicaciones para añadir funciones a las que vienen por defecto en el smartphone. Es decir, más allá del teléfono o los mensajes puedes visitar la App Store en busca de aplicaciones que cumplan alguna función que necesitas, aprender inglés o hacer la compra (García R. , 2021, pp. 7-8).

Figura 8

Arquitectura del SO IOS



Nota: Del nivel más bajo al más alto se encuentran las capas del núcleo del SO, los servicios, Media OS y la de aplicación o COCOA Touch. Fuente. Adaptado de Fumero (2017).

https://www.researchgate.net/figure/Figura-16-Arquitectura-del-iPhone_fig13_267795011/

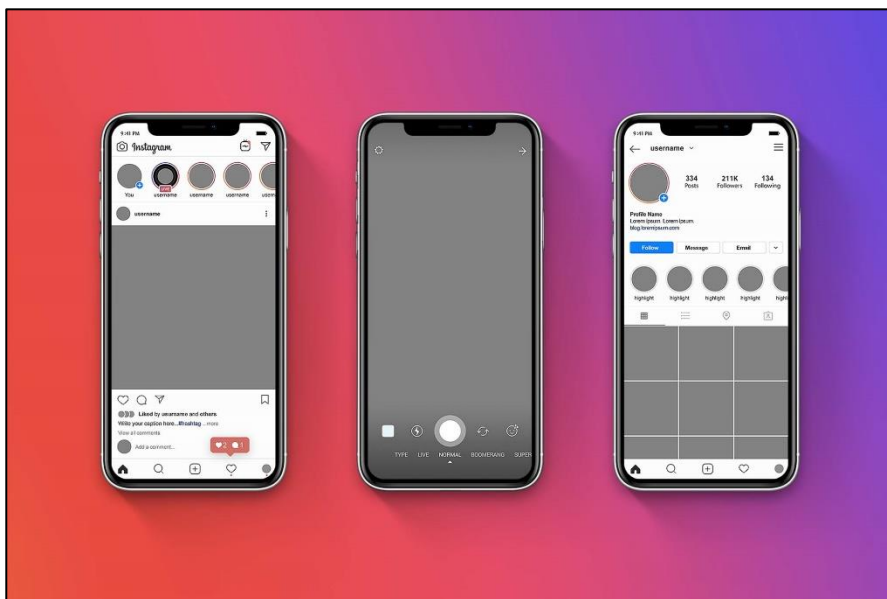
Wireframe y Mockup

Antes de crear una página web, una aplicación o un producto, alguien tiene que dar el visto bueno para su elaboración o producción en serie. Y los wireframes y mockups son la solución más económica y fácil de elaborar. Antiguamente bastaba con una pequeña maqueta o con unos esbozos en papel, pero las herramientas actuales permiten crear animaciones, vídeos o mockups interactivos en un periodo de tiempo relativamente corto y con ayuda de recursos gráficos prediseñados.

Los mockups y los wireframes son métodos muy valiosos en la fase inicial del desarrollo de proyectos para plasmar las primeras ideas. La razón para ello reside en el hecho de que antes de la aplicación técnica en sí, estos métodos de creación de prototipos son de utilidad para presentar ideas y pensamientos visualmente. En este sentido, se producen los primeros bocetos y borradores, que se convierten en los precursores de proyectos futuros y que fomentan el proceso de desarrollo.

Figura 9

Mockup tres pantallas de Instagram



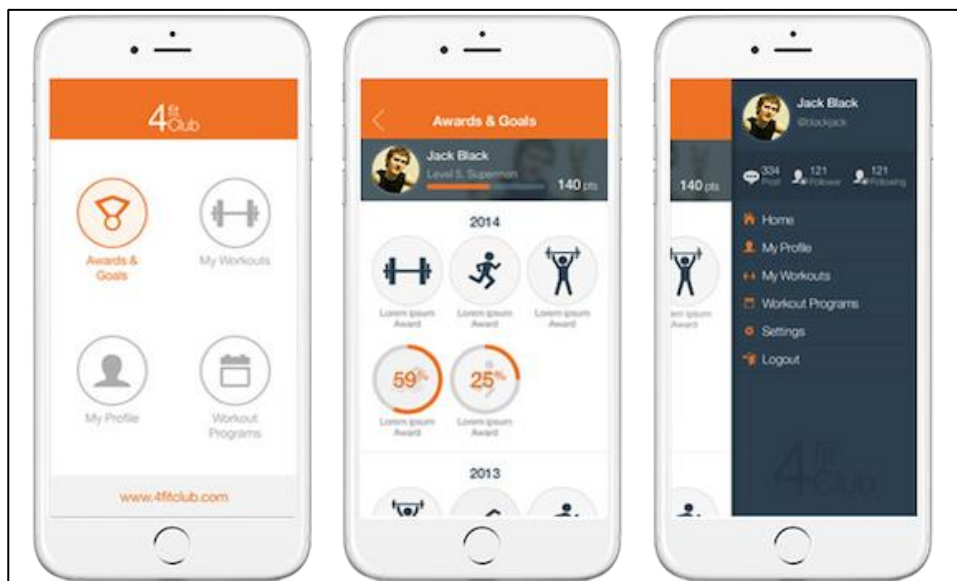
Nota: Un mockup bien diseñado permite acelerar el proceso de desarrollo y permite entregar la app en menos tiempo. Fuente. Adaptado de Unblast (2020). <https://unblast.com/free-instagram-mobile-mockup-2019-psd/>

Prototipo

Es uno de los últimos avances hacia el desarrollo de aplicaciones cuando se desarrolla un prototipo. Llegados a este punto, se utiliza alguna herramienta para darle ‘vida’ al wireframe. La idea es que un prototipo muestre cómo va a ser la interacción de la app y que permita hacer una idea de cómo será finalmente. Son extremadamente útiles para testear la usabilidad de un proyecto.

Figura 10

Visualización de un prototipo



Nota: El uso diseño de prototipos permite verificar si la aplicación cumple los requisitos y así tener una idea detallada de cómo será. Fuente. Adaptado de YeePLY (2022).

<https://www.yeeply.com/blog/como-definir-tu-aplicacion-movil-hacer-prototipo-de-app/>

Bases de datos

En el contexto del desarrollo de software y aplicativos móviles, las bases de datos juegan un papel fundamental ya que estas son estructuras organizadas que almacenan, gestionan y recuperan datos de manera eficiente. La elección adecuada de una base de datos y su diseño son aspectos cruciales para el éxito de cualquier proyecto de desarrollo de software móvil (Amazon Web Services, Inc, 2023).

Para el proyecto “BovinApp” es necesario implementar una base de datos capaz desde donde se puedan realizar acciones de creación, borrado, actualización y lectura de los datos que ingresa el ganadero. Así por ejemplo para cada uno de los módulos se disponen de campos en la interfaz de usuario que permiten el registro de la información. Por lo tanto, hay que considerar la opción de bases de datos que brinde mayor eficacia y agilidad para implementar junto al frameworks de desarrollo y se adapte correctamente a un aplicativo multiplataforma para dispositivos Android y iOS. Existen dos grupos de bases de datos que incluyen otras subcategorías estos son:

Bases de datos relacionales (SQL). Estas bases de datos utilizan tablas con filas y columnas para organizar los datos. Son ideales para aplicaciones que requieren relaciones complejas entre los datos y una estructura fija. Ejemplos incluyen MySQL, PostgreSQL y SQL Server.

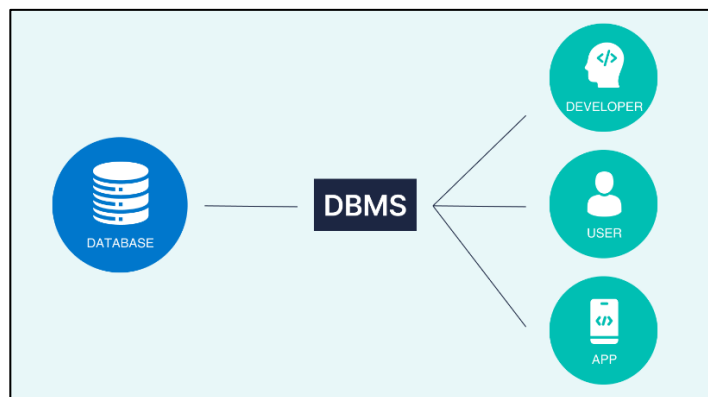
Bases de datos no solo relacionales (NoSQL). Estas bases de datos son flexibles y escalables, ideales para aplicaciones móviles que manejan grandes volúmenes de datos no estructurados. Ejemplos incluyen MongoDB, Cassandra y Redis.

Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD)

Mientras que las bases de datos permiten estructurar y almacenar diferentes tipos de datos como números, caracteres, texto, imágenes, enlaces, entre otros. Necesitan de un Sistema que permita gestionarlas ahorrando tiempo al momento de hacer procesos CRUD. Facilitando así el trabajo de los desarrolladores facilitando procesos de consultas, administrando los registros y brindando un motor de almacenamiento efectivo. “Un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) es un software utilizado para gestionar, almacenar y recuperar bases de datos. Proporciona una interfaz que permite a los usuarios leer, crear, borrar y actualizar datos” (Hostinguer, 2023, p.4).

Figura 11

Comportamiento de un SGBD



Nota: El sistema de gestión de bases de datos es el software que utilizan los desarrolladores, usuarios finales y aplicaciones para interactuar con una base de datos. Adaptado de Rouse (2023). <https://www.techopedia.com/definition/24361/database-management-systems-dbms>

Metodologías para la gestión de proyectos

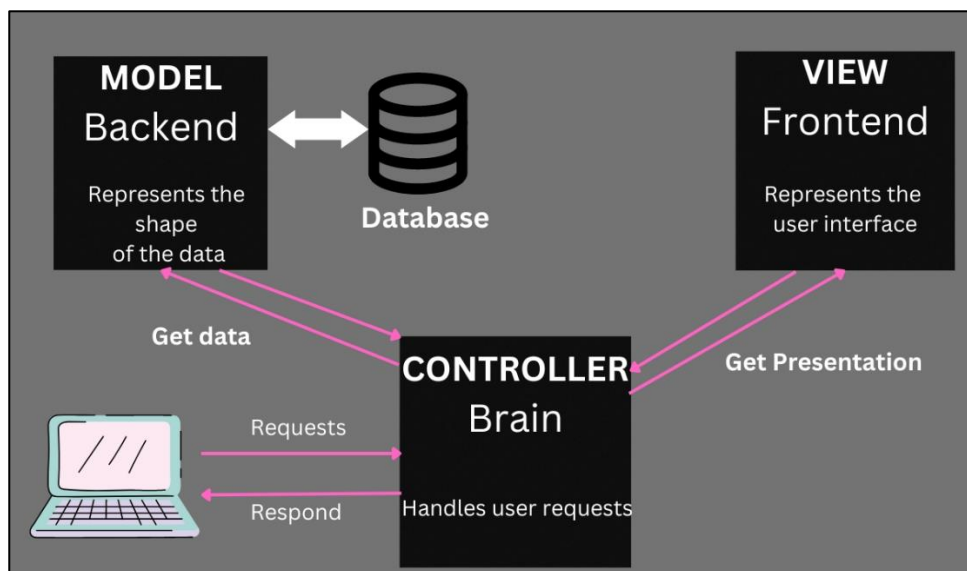
La metodología de gestión de proyectos es la disciplina de conocimiento encargada de elaborar, definir y sistematizar el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se

deben seguir durante el desarrollo de un proyecto para la producción de los productos o servicios que supone (Universidad Internacional de La Rioja , 2021).

Al implementar metodologías dentro del desarrollo de “BovinApp” se permiten aplicar criterios para evaluar los avances de los objetivos propuestos, además se mejora la comunicación entre los integrantes del equipo, se estandarizan actividades, se aseguran avances visibles y entrega de productos controlados, además que las metodologías aportan herramientas que facilitan en desarrollo satisfactorio del proyecto. Cabe resaltar que se implementaron en el presente proyecto una metodología de investigación (Mixta), una de desarrollo (Espiral) y una de trabajo (Kanban).

Modelo – Vista – Controlador (MVC)

En el patrón MVC, el modelo se encarga de representar los datos y la lógica empresarial de la aplicación. La vista se encarga de la representación visual y la interfaz de usuario, mientras que el controlador se encarga de manejar las interacciones del usuario y actuar como intermediario entre el modelo y la vista (Orbit, 2023).

Figura 12*MVC Flujo del proceso.*

Nota: Aunque la arquitectura MVC se creó en un principio orientada a aplicaciones de escritorio, en la actualidad este marco es aplicable a desarrollos web y móviles con el objetivo de aislar la lógica empresarial y la capa de presentación. Fuente. Adaptado de GeeksforGeeks (2022).

<https://www.geeksforgeeks.org/mvc-framework-introduction/>

Cabe resaltar que para el caso de aplicaciones desarrolladas en frameworks se facilita la arquitectura MVC ya que se integran módulos, widgets o clases que funcionan como elementos reutilizables y manipulables de acuerdo con las necesidades de la interfaz y lógica del desarrollador. Por otro lado, estos mismos widgets pueden capturar interacciones del usuario para posteriormente ejecutar alguna acción, como lo es la implementación del evento clic en botones, iconos o etiquetas.

Esta arquitectura se ve fortalecida en aplicaciones móviles cuando se integra el patrón BLoC (Business Logic Component) donde se separa casi por completo la lógica de la vista,

transmitiendo eventos y estados a través de streams o clases intermediarias entre los widgets y los datos.

Marco metodológico

Para el desarrollo del proyecto se tienen en cuenta varias etapas clave relacionadas con el ciclo de vida del software por lo tanto se adecuan a una planificación, análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Es así como en cada una de estas etapas se implementaron estrategias y herramientas propuestas por las metodologías de investigación, desarrollo y trabajo seleccionadas para el despliegue del proyecto que sirvieron de base para lograr el objetivo final. Así por ejemplo se diseñó un cronograma con las actividades propuestas con el fin de dar un seguimiento riguroso a los avances que se van generando a lo largo del desarrollo, entre las actividades más importantes cabe destacar la encuesta a los ganaderos de la región, el diseño de los mockups, el desarrollo del prototipo, la posterior evaluación de este a partir de un usuario, y el desarrollo del aplicativo multiplataforma.

Aspectos metodológicos de desarrollo

Las metodologías en ingeniería son fundamentales porque proporcionan un enfoque estructurado y sistemático para abordar proyectos de desarrollo de software. En primer lugar, estas metodologías establecen un marco de trabajo bien definido que guía al equipo de desarrollo a través de todas las etapas del proyecto, desde la concepción hasta la entrega final es decir si se sigue una metodología, se asegura que el proceso de desarrollo sea coherente y predecible, lo que minimiza el riesgo de errores y malentendidos entre los miembros del equipo.

Además, las metodologías son cruciales para garantizar la calidad del producto final, pues se incluyen prácticas de pruebas y verificación que ayudan a detectar y corregir problemas tempranamente en el ciclo de desarrollo, la documentación generada durante el proceso sirve

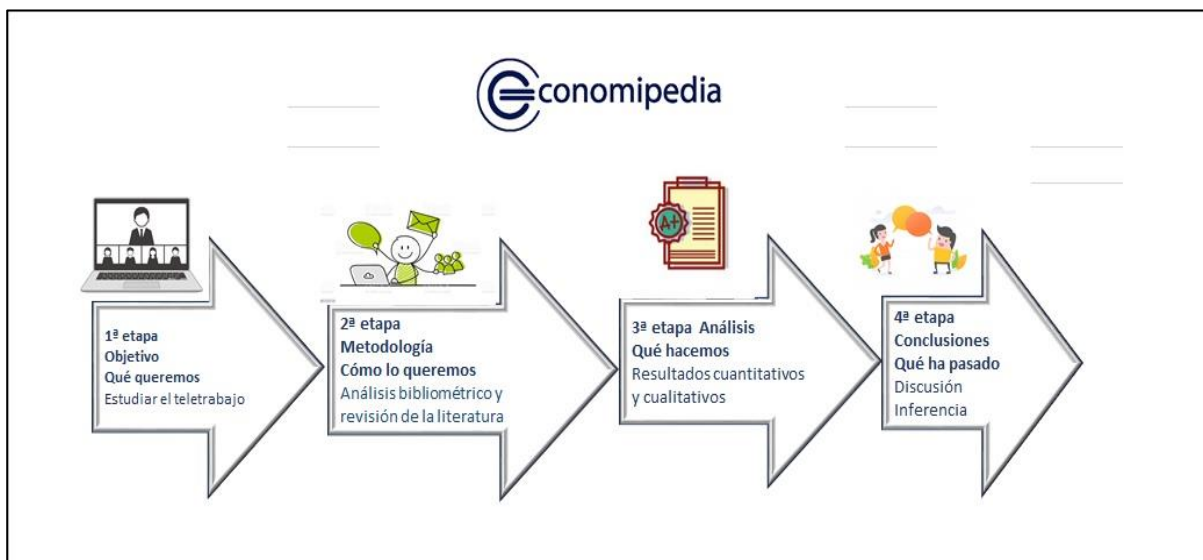
como una referencia valiosa para futuras actualizaciones y mantenimiento del software. “Un amplio y buen conocimiento de estas metodologías servirá de base teórica y permitirá comprender completamente todo lo que requiere el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema” (Maidan, 2015, p. 9). Asimismo, permite una gestión más eficiente de recursos, tiempo y costos, lo que es esencial en proyectos de software complejos.

Investigación - Metodología mixta

A partir del objetivo propuesto, el tipo de investigación que se llevó a cabo y la información que se obtuvo al momento de generar el planteamiento del proyecto, se decidió elegir una metodología mixta para el proceso pues está enfocada en tratar tanto datos cualitativos como cuantitativos.

Figura 13

Fases del modelo de investigación mixto.



Nota: La metodología mixta es una forma muy completa de obtener información al unir las ventajas de métodos cualitativos y cuantitativos. Fuente. Adaptado de Rus Arias (2020).

<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-mixta.html>

Una metodología mixta en primer lugar hace uso de una cualitativa, esta se utiliza para responder cuestionamientos que no pueden ser medibles y se enfocan en obtener información de experiencias y percepciones de los participantes que interesan a la investigación, como permiten una exploración directa con los posibles usuarios se planteó un cuestionario que contiene preguntas abiertas y cerradas esto con la finalidad de evaluar los posibles requerimientos y hacer una caracterización de esto, como grupos focales se escogieron los ganaderos del municipio de Ubaté pues el contexto es local esto facilitará el análisis y obtención de datos. Investigaciones anexas a esto como consultas en la web en páginas confiables como la de la alcaldía del municipio, Federación colombiana de ganaderos (FEDEGAN), Ministerio de agricultura, Cámara de Comercio de Bogotá y Ministerio de las TIC, facilitaron documentar y diseñar una propuesta sólida.

Posteriormente para el cumplimiento del objetivo específico numero dos relacionado con la investigación de herramientas propicias para el desarrollo móvil multiplataforma, el estudio y la elección de las más viables y que se adaptaban a las necesidades del proyecto fue necesario recurrir a una investigación cualitativa que permitiera determinar las características propias de cada una.

Por otra parte, la metodología de investigación cuantitativa se ve reflejada en la obtención de datos medibles que se pueden validar posteriormente a partir de principios científicos. En este caso a partir del cuestionario inicial se generaron una serie de preguntas medibles que aportaron datos estadísticos gracias a graficas e informes, por ejemplo, el número de bovinos promedio con el que cuentan los ganaderos, los dispositivos inteligentes que usan con mayor frecuencia y la producción diaria de su finca.

Con la finca “El Remolino” se desarrolló una investigación que permitió identificar los diferentes índices productivos, inventarios, registros, actividades cotidianas, procesos de control y gestión del ganado, además de adquirir directamente del cliente una serie de requisitos y requerimientos necesarios para plantear la funcionalidad y características del aplicativo. También, se generaron consultas externas que facilitaron justificar la propuesta a partir de datos estadísticos confiables como el tamaño del hato ganadero del municipio, la producción de leche en Ubaté en comparación con otros municipios o el porcentaje del hato bovino a nivel nacional que actualmente está debidamente identificado.

Desarrollo - Modelo Espiral

Es un modelo de proceso de software evolutivo que conjuga la naturaleza iterativa de construcción de prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del modelo lineal secuencial. Proporciona el potencial para el desarrollo rápido de versiones incrementales del software. En el modelo espiral, el software se desarrolla en una serie de versiones incrementales. Durante las primeras interacciones, la versión incremental podría ser un modelo en papel o un prototipo, pero durante las últimas iteraciones, se producen versiones cada vez más completas del sistema diseñado

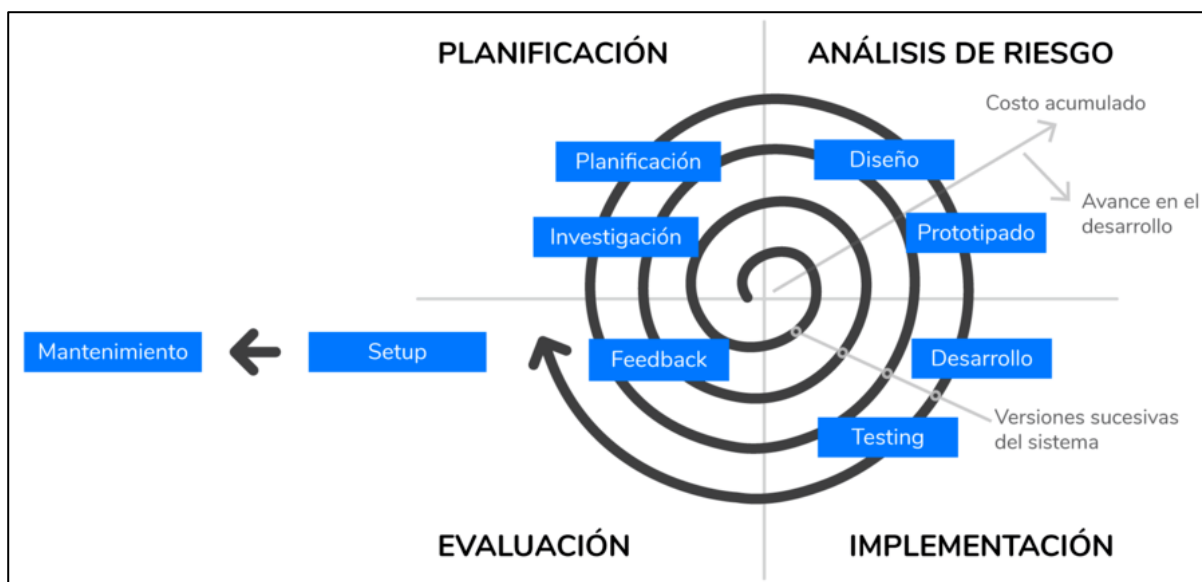
Una característica clave del desarrollo en espiral es la minimización de los riesgos en el desarrollo de software, lo que podría resultar en un aumento de los costes totales, más esfuerzo y un lanzamiento retardado.

Se elige este modelo puesto que al analizarlo en comparación con otros se determinó que se podía implementar muy bien en el desarrollo del proyecto, ya que se adapta cuando se llevan a cabo proyectos por medio de la entrega de prototipos, cada una de sus etapas (Objetivo y

determinación, análisis y evaluación de riesgos, desarrollo y prueba, y planificación del siguiente ciclo) permiten evaluar los avances en el prototipo a partir de ciclos.

Figura 14

Modelo Espiral para el desarrollo de software.



Nota: La imagen representa las etapas para lograr la escalabilidad de un proyecto de software a partir de versiones sucesivas del sistema, una vez se finalizan las iteraciones necesarias puede pasar a producción y mantenimiento. Fuente. Adaptado de Si Corvo (2021).

<https://www.lifeder.com/modelo-esprial/>

Al proporcionar un diseño a partir de circuitos se da la facilidad de un trabajo ágil, efectivo y eficaz así al implementarlo en el aplicativo el primer circuito de la espiral dio como resultado el desarrollo de una especificación de productos.

Los pasos siguientes en la espiral utilizaron para desarrollar un prototipo y progresivamente versiones más sofisticadas de la aplicación. Cada paso por la región de planificación produce ajustes en el plan del proyecto. El coste y la planificación se ajustan con la realimentación ante la evaluación del cliente.

De acuerdo con las fases propuestas por el modelo Espiral el proyecto cuenta con avances hasta la final de mantenimiento a continuación se hace referencia a cada uno de los procesos que se llevaron a cabo en etapas anteriores, resaltando principalmente siete actividades con un alto nivel de importancia para cumplir con el objetivo final, estas son Caracterización de la ganadería en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté y levantamiento de requerimientos con apoyo del cliente en la finca “El Remolino”, Desarrollo de mockups, Desarrollo del prototipo y manual de usuario, Implementación y feedback del prototipo en la finca “El Remolino”, Consultas, pruebas y justificación de las herramientas de desarrollo implementadas en el aplicativo, Desarrollo del aplicativo multiplataforma a partir del Framework Flutter y base de datos NoSQL (Firestore), Creación de los manuales de usuario y programador del aplicativo BovinApp y finalmente la capacitación, feedback y mantenimiento del aplicativo a partir de su implementación en la Finca “El Remolino”.

Figura 15

Proceso de despliegue del proyecto



Nota: Autoría de BovinApp. En la imagen se muestran las fases de despliegue implementadas a partir del modelo de cascada. Fuente: Propia del autor.

Fase de Investigación

Se realiza una encuesta en la cual se recogió una población de 31 ganaderos de la provincia de Ubaté, de las cuáles el 70.9% hacen parte de veredas de la cabecera municipal

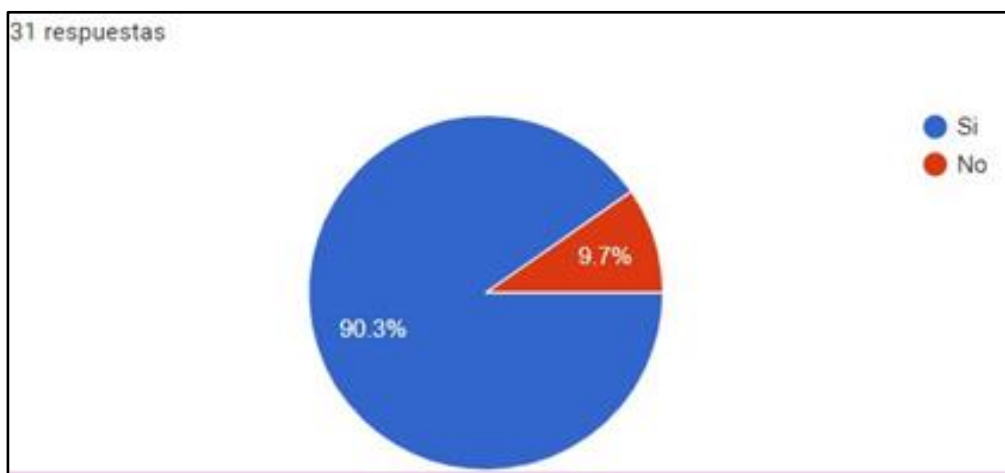
(Ubaté) y el 29.1% (9 ganaderos) de veredas de municipios de la provincia como Sutatausa o Carmen de Carupa. Es a partir de esta que se generan algunos requerimientos y estudios estadísticos con el fin de determinar los principales apartados y características con la cual debe contar el aplicativo.

Tomando como punto de partida el análisis de la encuesta realizada a los ganaderos de la provincia de Ubaté, se pueden extraer conclusiones significativas que respaldan la viabilidad y necesidad de desarrollar el proyecto de implementación de un aplicativo móvil para la gestión de fincas ganaderas, específicamente en la finca "El Remolino" en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté.

Un 90.3% (28 ganaderos) de encuestados utilizaría un aplicativo móvil que les permita gestionar de manera eficaz y eficiente su finca ganadera. Esta respuesta positiva demuestra la receptividad de los ganaderos hacia la adopción de tecnologías que les permitan mejorar sus procesos administrativos y productivos.

Figura 16

¿Utiliza o utilizaría una aplicación móvil que le ayude para la administración de su finca y ganado?

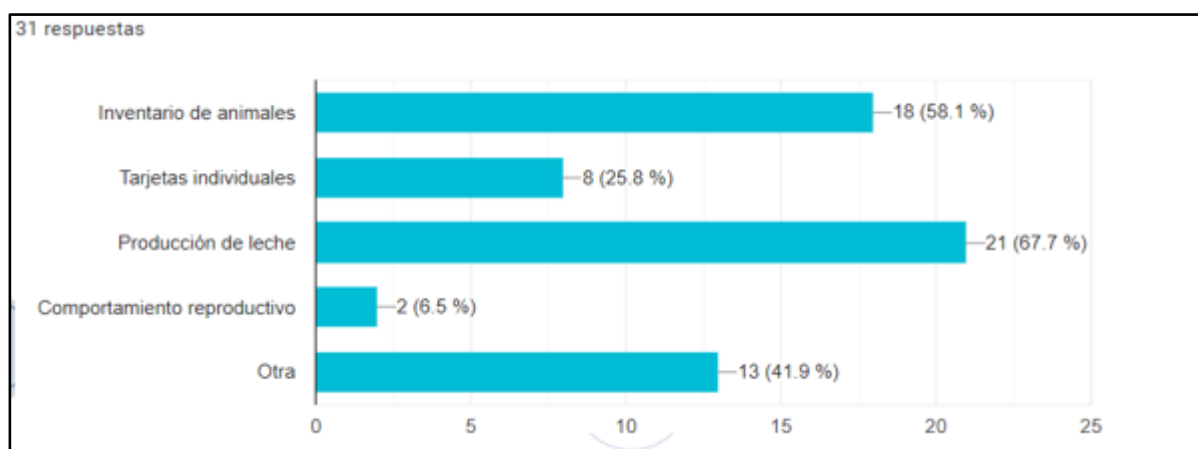


Nota: La imagen representa el resultado del análisis estadístico para la pregunta ¿Utiliza o utilizaría una aplicación móvil que le ayude para la administración de su finca y ganado? Fuente: Propia del autor.

El registro de inventario de animales y la producción de leche son los preferidos al momento de hacer registros de la producción, ambos cuentan con una elección de un porcentaje mayor al 50% de los encuestados. Esto refuerza la necesidad de incluir en el aplicativo móvil desarrollado en el proyecto, funcionalidades específicas para llevar un control preciso de estos elementos clave en la gestión ganadera.

Figura 17

De las siguientes opciones elija las que suele utilizar para llevar un registro de la producción.



Nota: La imagen representa el resultado del análisis estadístico para la pregunta, de las siguientes opciones elija las que suele utilizar para llevar un registro de la producción (Inventario de animales, tarjetas individuales, producción de leche, comportamiento reproductivo, otra). Fuente: Propia del autor.

El análisis detallado y las conclusiones obtenidas a través de esta encuesta se pueden evidenciar en *Ver anexo 3*.

Por otra parte, se genera toda una investigación a partir de fuentes confiables como Fedegan, Ministerio de la Agricultura y desarrollo rural, Alcaldía municipal, Cámara de Comercio de Bogotá y el Instituto Colombiano Agropecuario donde se establecen requerimientos técnicos del control de ganado bovino, el análisis a estos estudios se encuentra en los diferentes apartados del presente documento

Es a partir de lo anterior que se generan objetivos claros y se ataca una problemática específica que permite en etapas posteriores hacer una planificación de actividades y propuestas de resultados tangibles que llevan a BovinApp a convertirse en un aplicativo multiplataforma sofisticado, de uso continuo, eficaz y factible para los ganaderos del municipio.

Fase de Planificación

En esta fase se busca principalmente determinar las actividades que se desarrollaran para lograr llegar al objetivo general. Se decide implementar un cronograma Gantt para llevar un recuento y administración de las actividades del equipo de desarrollo *Ver anexo 28*. En el siguiente apartado del presente documento (Trabajo - Metodología Kanban) se detalla con mayor detenimiento esta etapa y la organización de la fase de planificación del proyecto.

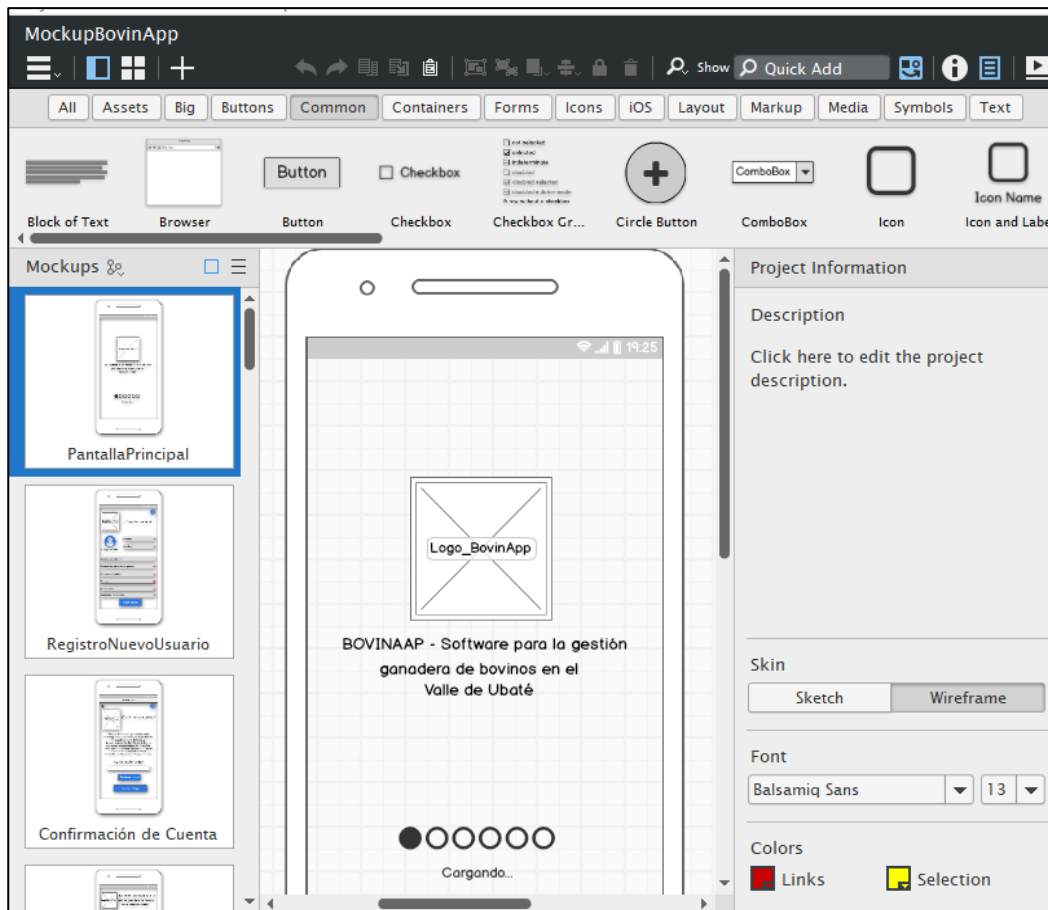
Fase de Diseño

La actividad principal de esta etapa está enfocada en el desarrollo de los mockups, estos se desarrollaron en el aplicativo para Windows Balsamiq mockup 3, este software permitió un desarrollo de manera rápida y efectiva de 28 pantallas. *Ver anexo 15*. Entre las más importantes se encuentran el registro de nuevo usuario, ingreso de usuario registrado, Home1 y Home2 donde están los principales ítems (Mi usuario y finca, Inventario de Bovinos, Fichas individuales, inventario físico, producción, razas de bovinos en Ubaté, mis metas y tareas, compartir la app y cerrar sesión) de los cuales se generan las demás subpantallas, además se ubicó cada elemento

de una manera organizada en la pantalla, con el fin de evaluar cómo sería la distribución de botones, campos de texto, etiquetas, imágenes, campos de selección, entre otros. Esto facilito el diseño del prototipo en una etapa posterior.

Figura 18

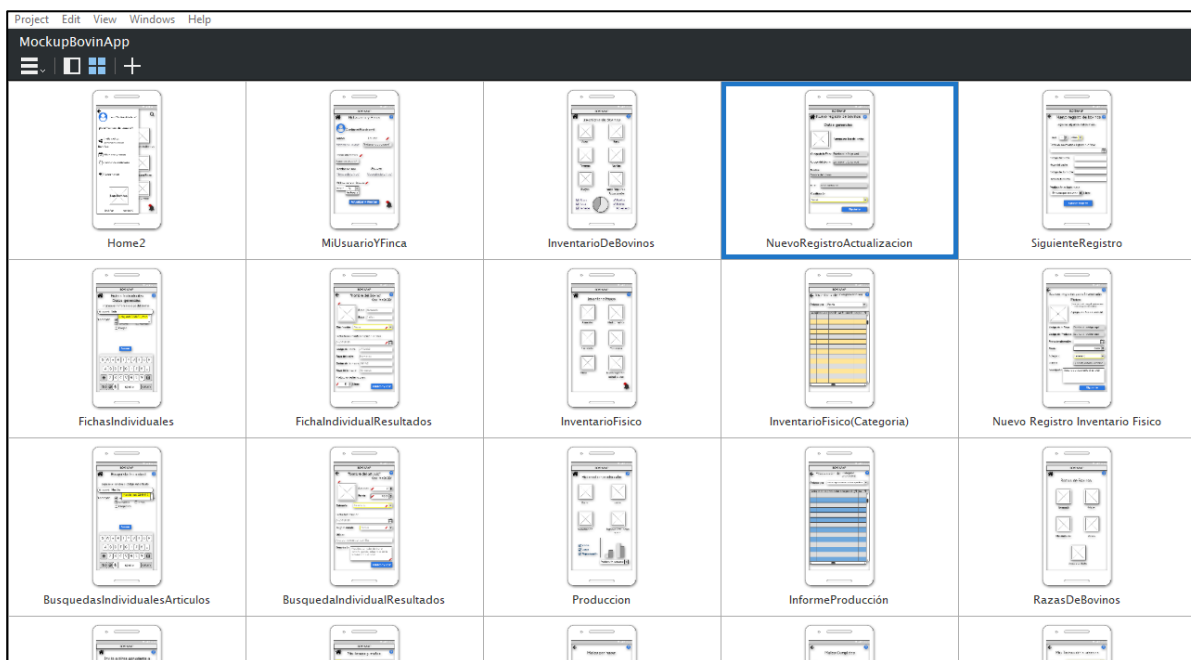
Desarrollo de Mockups en Balsamiq Mockup 3



Nota: La figura es autoría de BovinApp. Fuente. Propia del autor.

Figura 19

Vista general de las pantallas del mockup desde Balsamiq.



Nota: Los mockups se diseñaron y presentaron al cliente de la finca “El Remolino” con el fin de mostrar un bosquejo de como quedaría el aplicativo final y recibir algunas recomendaciones en cuanto a las necesidades y requerimientos de lo que solicitaban como resultado final. Fuente: Propia del autor.

Como complemento al desarrollo de especificaciones para el sistema, se elaboró un análisis estructurado, donde se llegaron a hacer diagramas de flujo (por medio del aplicativo web draw.io), y diagramación UML donde se analizaron los distintos ítems, requisitos y estructura que debe tener el proyecto. Por medio de estas herramientas el análisis consistió en interpretar el concepto del sistema en relación prestando la atención en los detalles pertinentes y evitar la confusión de mirar los detalles irrelevantes *Ver anexo 8*.

Para esta etapa de diseño también se da gran importancia a la creación del logo que represente el proyecto y el aplicativo ante otro software. Por ejemplo, se necesita llamar la

atención de los usuarios, causar una primera impresión agradable, además que permita un punto de identificación para BovinApp, ya que este símbolo será el que van a usar los usuarios para reconocerla. Para la etapa de prototipado se hizo un primer diseño que se decidió cambiar para etapas posteriores pues la imagen escogida fue extraída de la web para posteriormente rediseñarla. Ahora el logo es completamente creado por el equipo de trabajo sin la necesidad de recurrir a recursos de terceros y cuenta con adaptaciones de color y estructura adecuados para el aplicativo.

Figura 20

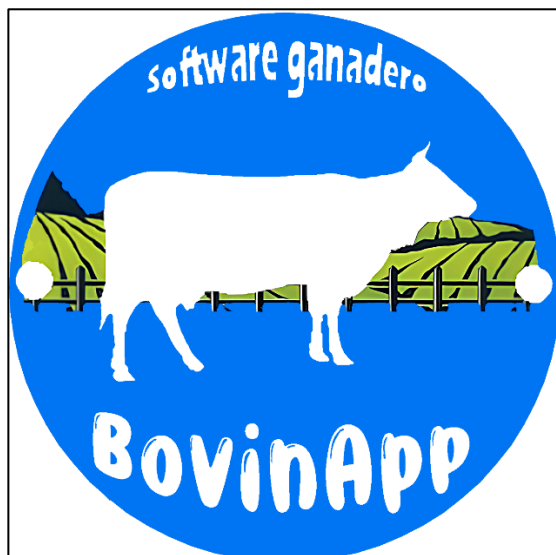
Logo de BovinApp para el prototipo.



Nota: El logo para la etapa de prototipado se diseñó de forma sencilla y adaptable a la interfaz del prototipo, aunque su diseño fue cambiado por completo en etapas posteriores con el fin de brindar una mejor impresión visual al usuario, además sus colores y forma no se adaptaban adecuadamente al desarrollo en Flutter. Fuente: Propia del autor.

Figura 21

Logo de BovinApp para el aplicativo.



Nota: El logo del aplicativo fue diseñado en Adobe Photoshop y su diseño cuenta con colores adaptables al aplicativo, además es legible y se acomoda muy bien a la pantalla de dispositivos móviles. Fuente: Propia del autor.

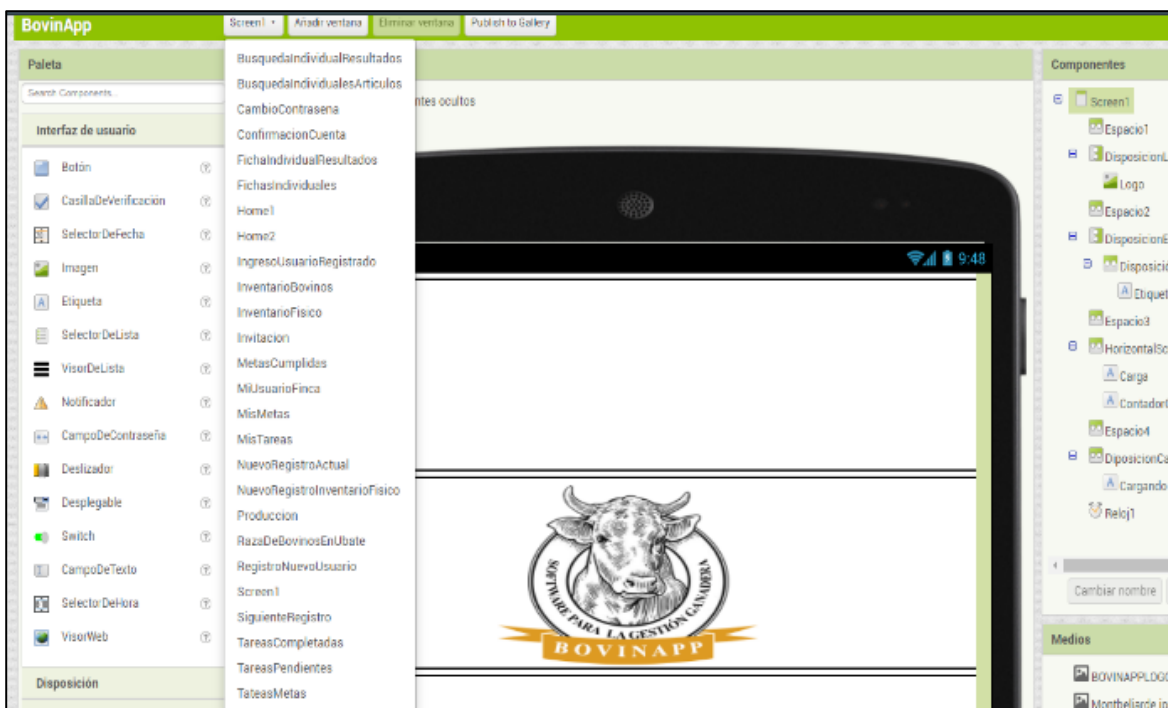
Fase de prototipado.

Una vez finalizadas las etapas anteriormente descritas se continuó con la elaboración del prototipo de BovinApp mediante App Inventor. Primero se estudió cada parte de la interfaz y herramientas que nos brinda para luego, dar vida al mockup, agregando el logo, iconos, imágenes, botones, campos de texto, campos de contraseña, selectores, desplegables, etiquetas de texto y deslizadores, pero esta vez generando una interacción directa con estos *Ver anexo 16*. Se hace uso del material que nos brinda la opción “diseñador” en cuanto a la interfaz de usuario, disposición, medios, dibujo y animación, sensores y almacenamiento. Además del material de “bloques” donde específicamente se desarrolla la programación del prototipo *Ver anexo 17*.

Otro punto a favor por el cual se eligió este software es la conexión directa que tiene con dispositivos móviles Android, permitiendo interactuar en tiempo real desde el smartphone, esto facilita el diseño y acomodación de cada una de las partes de cada pantalla. Además, se pueden hacer cambios instantáneos para probar la programación, o diseño del prototipo. La conexión con la base de datos en Tiempo Real proporcionada por Firebase fue esencial para hacer pruebas del prototipo y gestionar los datos ingresados por el usuario, la creación, lectura, actualización y eliminación de la información fue exitosa y esto brindó estabilidad y velocidad entre el prototipo diseñado en App Inventor y la base de datos NoSQL proporcionada por Firebase.

Figura 22

Uso de App Inventor para la etapa de Prototipo.



Nota: App Inventor permite un desarrollo ágil de aplicativo sencillos para Android facilitando la tarea del desarrollo del prototipo, aunque las funcionalidades que brinda y sus limitaciones no permiten generar un app sofisticada y eficiente, por lo tanto, la necesidad de desarrollar el

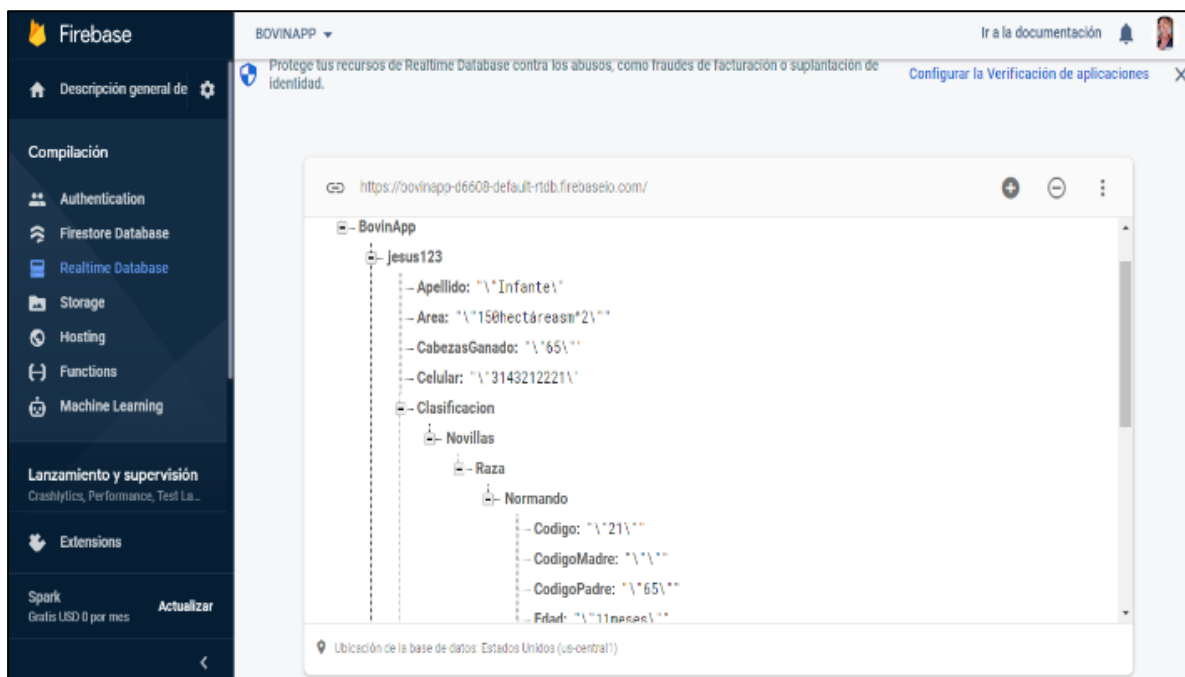
aplicativo implementando herramientas de desarrollo para programación a base de código.

Fuente: Propia del autor.

Una vez finalizado el prototipo se exporta como .apk, se crea un manual de usuario donde se especifican las características y funcionalidad de este *Ver anexo 18*, para posteriormente hacer una primera implementación en la finca “El Remolino” ubicada en la Bruselas del municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, es con esta que se evalúa la interacción del usuario, se determinan algunos requerimientos para etapas posteriores y se genera una retroalimentación para el diseño final del aplicativo *Ver anexo 19*.

Figura 23

Diseño de base de datos en Realtime Firebase y registros exitosos.



Nota: Al implementar App Inventor como herramienta para el desarrollo del prototipo se facilitó la integración de Realtime Database como base de datos para esta etapa, al ser NoSQL permite estructurar los datos en forma documental y generar un archivo JSON de los registros. Esto

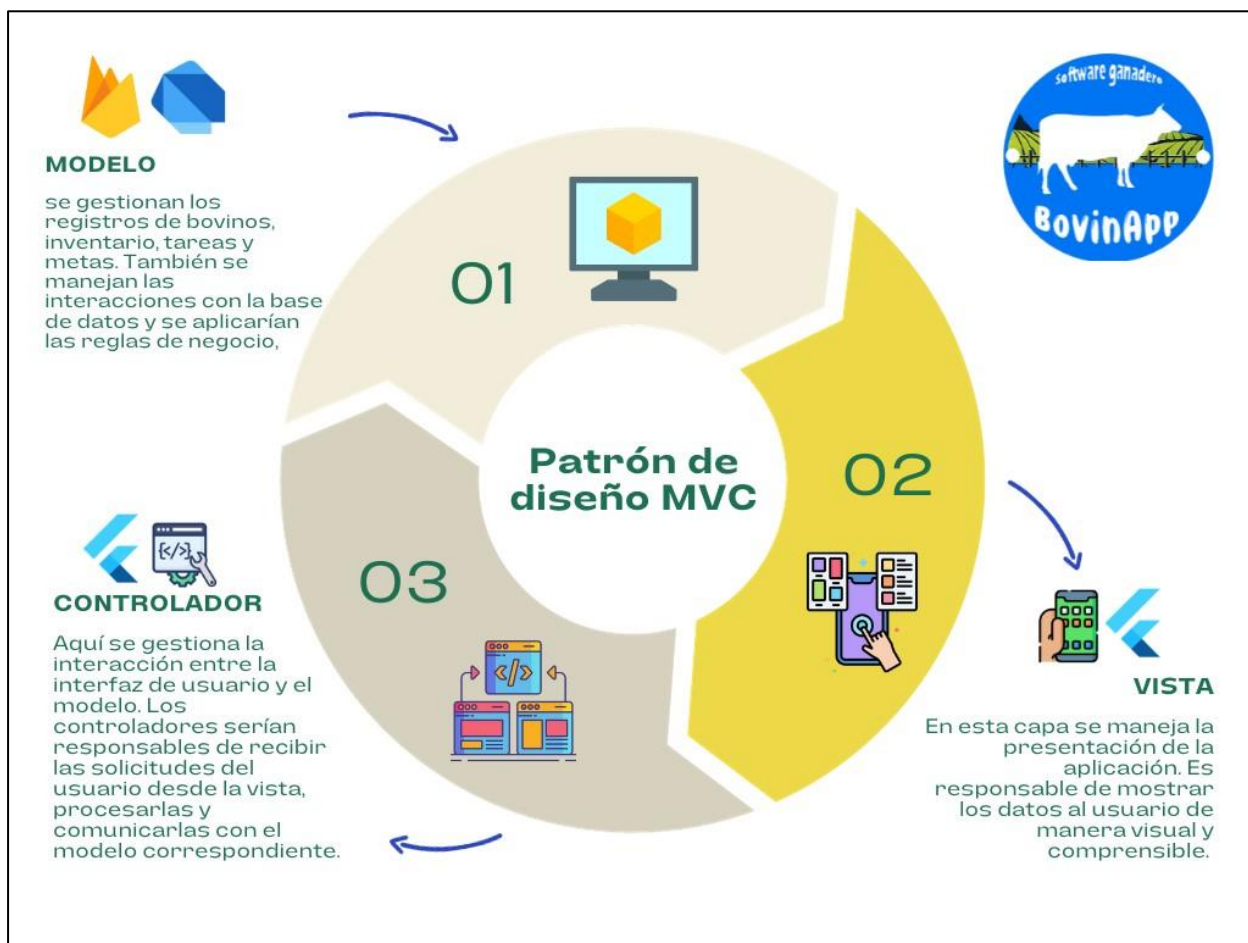
facilita consultas y registros rápidos, adecuados para el rendimiento del prototipo. Fuente: Propia del Autor.

Fase de Desarrollo

Una vez finalizada la etapa de prototipado se prosigue a hacer una propuesta sobre las herramientas, lenguaje de programación, enfoque, librerías y Framework que se implementara para el desarrollo. Como resultado de estas elecciones se elige un aplicativo con enfoque multiplataforma, desarrollado mediante el lenguaje de programación DART y el Framework Flutter que reunidos en el entorno de desarrollo Visual Studio generan agilidad, eficacia y resultados escalables para finalmente lograr un aplicativo sofisticado y fiable para el usuario.

En la etapa de desarrollo se buscó integrar herramientas que facilitaran el proceso y se adecuaran a las necesidades del equipo de trabajo, esta herramientas fueron escogidas después de una ardua investigación, pruebas y justificación sustentada adecuadamente del porque se eligieron estas herramientas, se tomó como entorno de desarrollo integrado IDE a Visual Studio Code, como marco multiplataforma a Flutter, como Sistema de Gestión de Base de Datos a Firestore acompañado de los beneficios de integrar Firebase y finalmente como Sistema de Control de Versiones y Alojamiento de repositorios a Git y GitHub respectivamente *Ver anexo 13*.

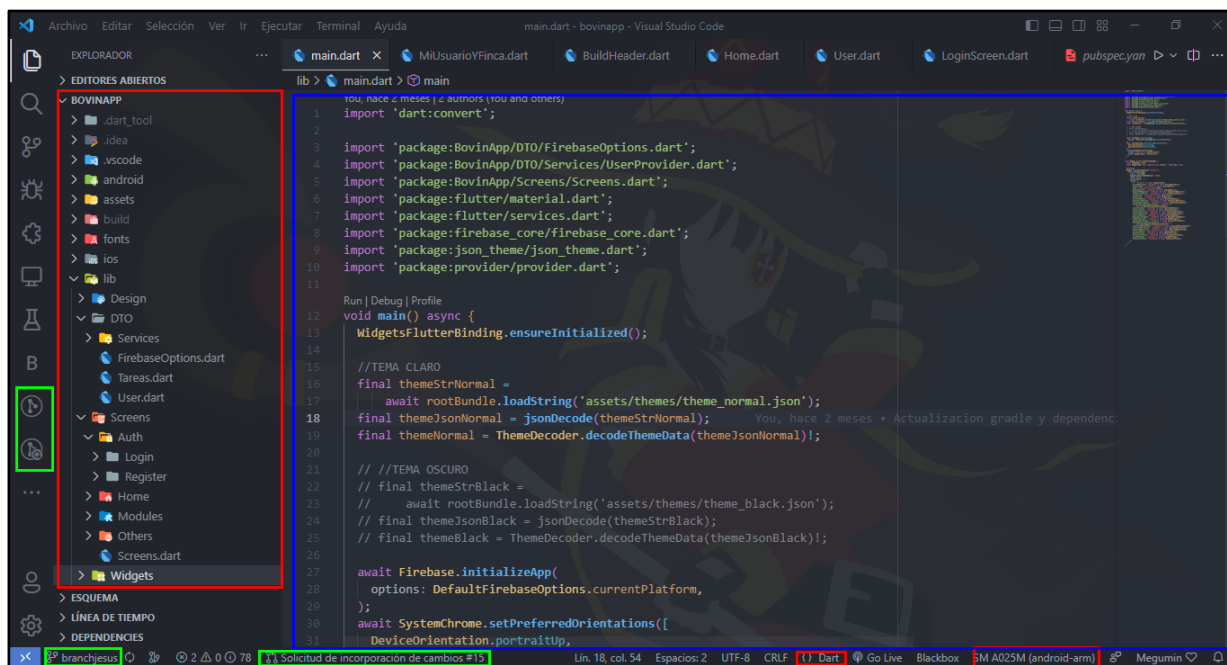
Para concluir con la fase de desarrollo se crea un manual de usuario y uno del programador con el fin de presentar de forma ordenada, documentada y clara los resultados que se obtuvieron de esta etapa, en la sección de “Despliegue del proyecto” en el presente documento se detalla el proceso y productos finales generados en esta fase.

Figura 24*MVC para el desarrollo de BovinApp*

Nota: El desarrollo de BovinApp se centra en una arquitectura Modelo – Vista – Controlador, en el IDE Visual Studio Code se generan la respectiva organización a partir de directorios, archivos y herramientas necesarias para el desarrollo. La integración de estas herramientas (Dart, Flutter, Firebase, APIs y otras librerías) permiten un alto nivel de organización y efectividad al momento de crear código y hacer pruebas sobre las diferentes versiones que se van generando. Fuente: Propia del autor.

Figura 26

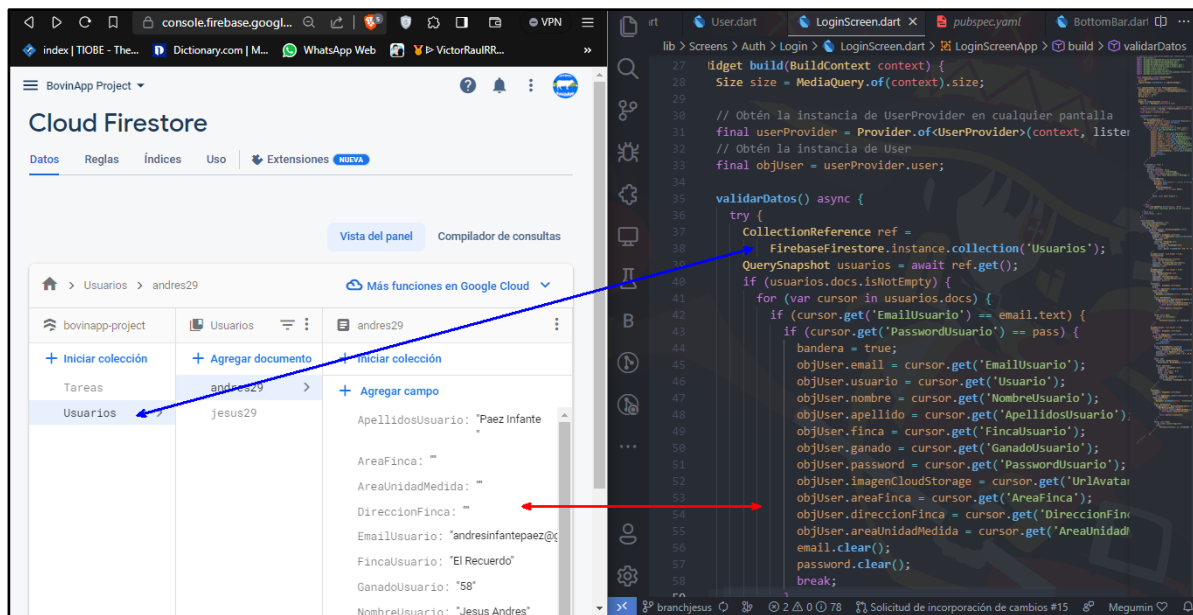
VScode, Flutter, Firebase y Git en un solo entorno.



Nota: El IDE Visual Studio Code cuenta con la capacidad de integrar Flutter y Git como extensiones en su Marketplace. En rojo se puede evidenciar el proyecto Flutter con cada uno de sus directorios y archivos principales además en la parte inferior se establece el lenguaje de programación dart y el dispositivo de pruebas. En verde se encuentra el control de versiones a partir de Git y Github, específicamente en la Branch de un desarrollador. Y en azul se encuentra el espacio de trabajo de código donde se puede ver la implementación de firebase y otros packages que facilitan el desarrollo y permiten ejecutar una aplicación eficaz, de acuerdo con los requerimientos propuestos. Fuente: Propia del autor.

Figura 27

Instanciación de Firestore para guardado de datos.



Nota: Generar procesos CRUD con la base de datos en Firebase es necesario para la funcionalidad del aplicativo BovinApp. Esta captura visual representa una parte integral del desarrollo a partir de un método asíncrono y referenciado la base de datos, esto permite la gestión de registros de manera eficiente en la aplicación, mejorando así la experiencia del usuario y la administración de la finca ganadera. Fuente: Propia del autor.

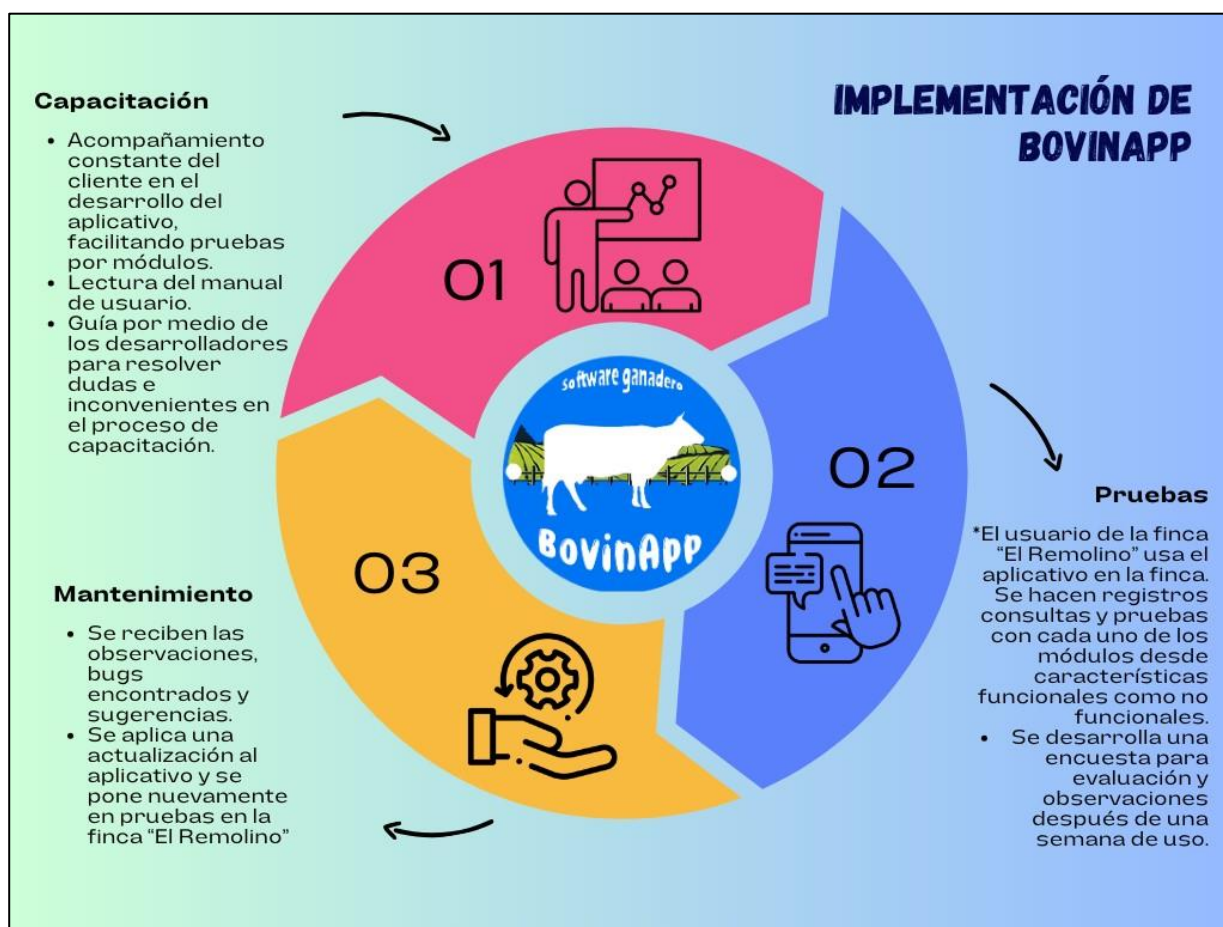
Capacitación, pruebas y feedback

La fase de capacitación, pruebas y feedback en el Modelo Espiral permitió un desarrollo ágil y adaptativo de BovinApp. La combinación de capacitación efectiva, pruebas rigurosas y una retroalimentación continua de los usuarios resultó en un aplicativo robusto, orientado a las necesidades reales de la comunidad ganadera. Este enfoque iterativo como el propuesto por el modelo espiral garantiza que BovinApp no solo cumple con los requisitos iniciales, sino que evoluciona para abordar nuevas demandas y desafíos en el futuro.

En primera instancia la capacitación, pruebas y constante retroalimentación del usuario incluso desde etapas anteriores como el prototipado fue esencial para evaluar la usabilidad y la utilidad del aplicativo. Se implementaron mecanismos de retroalimentación, como formularios y sesiones de pruebas dirigidas donde se observaron patrones de uso y se recopiló un feedback cualitativo, lo que permitió ajustar la interfaz de usuario, agregar características solicitadas y optimizar el rendimiento general.

Figura 28

Fases de la implementación del aplicativo



Nota: La fase de capacitación, pruebas y feedback en el desarrollo de BovinApp desempeña un papel crucial en el Modelo Espiral, un enfoque iterativo que se adapta bien a proyectos

complejos. Esta fase aborda la mejora continua, la validación de funcionalidades y la retroalimentación de los usuarios, contribuyendo así al refinamiento constante del aplicativo.

Fuente: Propia del autor.

Trabajo – Metodología Kanban

Se incorpora esta metodología ya que permite una visualización del flujo de trabajo a partir de las actividades que hay por hacer, las que se están desarrollando y las que se finalizaron, brinda flexibilidad y permite priorizar aquellas que necesiten de mayor tiempo y atención por parte del equipo desarrollador.



Una de las peculiaridades del tablero es que este es continuo. Esto significa que no se compone de tarjetas que se van desplazando hasta que la actividad queda realizada por completo. En este caso, a medida que se avanza, las nuevas tareas (mejoras, incidencias o nuevas funcionalidades) se acumulan en la sección inicial, de manera que en las reuniones periódicas con el cliente se priorizan y se colocan dentro de la sección que se estima oportuna (Gilibets, 2020, p. 6).

A partir de lo anterior se estableció un cronograma enfocado en las actividades y tareas que se debían realizar llevando un seguimiento continuo a estas con el fin de evaluar los avances y eficacia del equipo desarrollador. Con un diagrama Gantt el cual permite dividir las actividades a partir de los objetivos propuestos, calificar el nivel de avance, tiempo estimado en desarrollarse, fecha de inicio, y asignación de hitos a un determinado miembro del equipo, este cronograma se cuenta con funciones de Excel que permiten llevar un control de las actividades a partir del tablero Kanban pues al estar creados en un mismo archivo de Microsoft Excel se puede tener una percepción clara de los avances y actividades que se desarrollarán generando así una

administración del trabajo de los desarrolladores de forma eficiente y adecuada a los parámetros del diagrama de Gantt y del tablero de la metodología Kanban *Ver Anexo 28*.

Figura 29

Tablero Kanban para BovinApp

Trabajo de Grado BovinApp - Tablero Kanban					
		Universidad de Cundinamarca Ingeniería de Sistemas Andrés Delgado - Jesús Infante			
Objetivos	Actividades por hacer	Porcentaje de avance	Actividades en progreso	Actividades Finalizada	Evidencias
Objetivo 1.	1	70%	2	3	
Caracterizar los procesos de gestión ganadera de la finca "El Remolino" a partir de indicadores		100%		Consulta en fuentes oficiales y confiables sobre manejo de registros productivos, organizacionales y administrativos de una finca ganadera.	Evidencias
		100%		Contacto con el cliente - Finca "El Remolino"	Evidencias
		100%		Levantamiento de información con el ganadero de acuerdo a los proceso que lleva en su finca (Entrevista)	Evidencias

	Planificar las próximas fases del proyecto, considerando la herramienta de programación seleccionada.	0%			
Objetivo 3.	3	54%	7	4	
		100%		Definición de los requisitos del sistema de inventario, incluyendo las funcionalidades necesarias y los usuarios finales.	Evidencias
		50%	Diseño de los diagramas de entidad-relación y de flujo de procesos del sistema de inventario.		Evidencias
		100%		Creación del mockup del aplicativo.	Evidencias

Nota: El tablero Kanban cuenta con seis columnas principales adaptadas del modelo original (Por hacer, En desarrollo, Finalizadas). Para el caso de BovinApp se decide llevar un porcentaje de avance y documentos de evidencia, puesto que se necesita adaptar al modelo de desarrollo en espiral. Fuente: Propia del autor.

Objetivo 3.	Objetivo	Equipo de trabajo	100%	7/07/2023	98
Definición de los requisitos del sistema de inventario, incluyendo las funcionalidades necesarias y los usuarios finales.	Hito	Equipo de trabajo	100%	7/07/2023	8
Diagramación y arquitectura del aplicativo móvil multiplataforma.	Hito	Equipo de trabajo	100%	15/07/2023	10
Creación del mockup del aplicativo.	Hito	Equipo de trabajo	100%	25/07/2023	10
Desarrollo del prototipo, pruebas y manual de usuario.	Hito	Equipo de trabajo	100%	4/08/2023	16
Desarrollo de pantallas principales (registro, login, inicio).	Hito	Equipo de trabajo	100%	20/08/2023	4
Desarrollo de pantallas de inventario bovino.	Hito	Equipo de trabajo	100%	24/08/2023	4
Desarrollo de pantallas de inventario físico.	Hito	Equipo de trabajo	100%	28/08/2023	4
Desarrollo de pantallas de metas y actividades.	Hito	Equipo de trabajo	100%	1/09/2023	4
Desarrollo de pantallas de producción.	Hito	Equipo de trabajo	100%	5/09/2023	4
Desarrollo de pantallas de informes.	Hito	Equipo de trabajo	100%	9/09/2023	4
Pruebas de funcionalidad de los elementos de la interfaz de usuario (botones, campos de texto, etiquetas, iconos, scroll, entre otros).	Hito	Equipo de trabajo	100%	13/09/2023	4
Implementación de bases de datos NoSQL.	Hito	Equipo de trabajo	100%	17/09/2023	6
Pruebas CRUD desde el aplicativo.	Hito	Equipo de trabajo	100%	23/09/2023	5
Manual del usuario del aplicativo y Manual del programador.	Hito	Equipo de trabajo	100%	28/09/2023	20
Objetivo 4.	Objetivo	Equipo de trabajo	100%	18/10/2023	10
Capacitación	Hito	Equipo de trabajo	100%	18/10/2023	2
Pruebas de funcionamiento	Hito	Equipo de trabajo	100%	20/10/2023	6
Análisis de pruebas	Hito	Equipo de trabajo	100%	26/10/2023	2
FIN DEL PROYECTO	Según lo previsto	Equipo de trabajo	100%	28/10/2023	1

Nota: La imagen evidencia el seguimiento y control del cronograma que se desarrolló a partir de un diagrama de Gantt donde se asignaron actividades por objetivo y el avance de estas actividades se daba desde el tablero Kanban. Para tener una visualización detallada del cronograma por favor diríjase a ([Planeación Proyecto.xlsx](#)) o al Anexo 28. Fuente: Propia del autor

Marco Legal

Para el desarrollo del presente proyecto se tienen en cuenta referencias legales y normativas, esto con el fin de adaptarlo y trabajar dentro de un marco legal que evite inconvenientes a mediano o largo plazo, además el estudio de este marco apoya el fundamento teórico a la investigación del proyecto.

Norma ISO / IEC 27000: 2018

Publicada el 1 de mayo de 2009, revisada con una segunda edición de 01 de diciembre de 2012, una tercera edición de 14 de enero de 2014 y una cuarta en febrero de 2016. Esta norma proporciona una visión general de las normas que componen la serie 27000, indicando para cada una de ellas su alcance de actuación y el propósito de su publicación.

Recoge todas las definiciones para la serie de normas 27000 y aporta las bases de por qué es importante la implantación de un SGSI, una introducción a los Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información, una breve descripción de los pasos para el establecimiento, monitorización, mantenimiento y mejora de un SGSI (la última edición no aborda ya el ciclo Plan-Do-Check-Act para evitar convertirlo en el único marco de referencia para la mejora continua) (López, 2012, p.3).

Continuando con lo anterior cabe resaltar que esta norma define 77 términos y definiciones aplicados a la seguridad de la información, son ejemplos de estos la auditoría, autenticación, disponibilidad, integridad, sistema de gestión, riesgo, amenaza, vulnerabilidades, entre otros. De aquí que esta norma sea una de las principales para guiar el proceso de desarrollo y puesta en marcha del aplicativo, por ejemplo, el control de acceso de los ganaderos según lo define la norma está ligado a la obtención de ciertos privilegios por parte de los usuarios para el ingreso a los sistemas, o la información, el manejo de registros y de ingreso como la validación por correo

electrónico y contraseña, se solicitan al usuario del aplicativo con el fin de hacer un ingreso valido y asegurando que el usuario que este usando el aplicativo es verdaderamente el que se inscribió y por ende puede hacer uso del servicio y de administrar la información que ha ingresado sobre su finca.

A partir de esto se profundiza y dirige la seguridad del proyecto hacia otros conceptos claves de la ISO 27000 como la confidencialidad de los datos esto con el fin de no divulgar la información registrada sin una previa autorización, evaluación y corrección de errores que no generen un rendimiento optimo del aplicativo además de un control continuo que modifique los niveles de riesgo desde diferentes ámbitos desde la seguridad del aplicativo del proyecto hasta controles técnicos, preventivos, correctivos, y de controles generales.

Ley Estatutaria 1581 del 2012

También conocida como ley de protección de datos y la cual está definida por el Congreso de la Republica en el Titulo 1 *Objeto, Ámbito de aplicación y Definiciones* y en su Artículo 1 como,

La presente ley tiene por objeto desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la Constitución Política; así como el derecho a la información consagrado en el artículo 20 de la misma. (Congreso de la República de Colombia, 2012, p.1)

La importancia de esta ley en el proyecto radica en que se tratan datos personales del ganadero o usuario que haga uso del aplicativo, datos como los números de contacto, correo electrónico, ubicación de la finca, identificación de los bovinos, nombres, apellidos, producción

y todos los datos de ámbito personal deben estar protegidos para garantizar la calidad del aplicativo y seguridad de la información. De aquí se origina una política de tratamiento de datos personales que acompañada de los términos y condiciones expuestos al usuario se de protección al sistema y evite inconvenientes legales por violar la ley 1581 del 2012. Por otra parte, como la base de datos y el aplicativo no están exentos de recibir ataques a su seguridad, la identificación y gestión de los incidentes con los datos personales también deben ser reportados.

Resolución número 00126 de 2022

"Por la cual se adoptan los Lineamientos de Política para la Ganadería Sostenible GBS 2022- 2050 y se dictan otras disposiciones" (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022, p.2). En esta resolución se indican los lineamientos que determinan los ejes estructurales basados en sostenibilidad, productividad y mercados. Contribuyendo al desarrollo de un sector ganadero sostenible, competitivo e inclusivo. Además, esta normativa debe ser acatada por las entidades públicas con el fin de promover la modernización y reconversión de actividades ganaderas tradicionales.

Resolución No. 068167 del 2020

"Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener la certificación de Buenas Prácticas Ganaderas BPG en la producción de carne de bovinos y bufalinos". (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2020, p.1) Como apoyo para el proyecto se extraen reglamentaciones y conceptos relacionados con Buenas Prácticas Ganaderas, uso de medicamentos veterinarios incluido el tiempo de retiro, alimentación ideal, criterios sanitarios y tamaño de los hatos ganaderos, riesgos de producción e insumos sanitarios que deben estar en el inventario de una finca ganadera.

Por ejemplo, "Contar con áreas separadas físicamente para el almacenamiento de alimentos para animales, productos veterinarios, fertilizantes, plaguicidas, equipos y/o herramientas de tal forma que se mantenga su calidad y se minimice el riesgo de contaminación cruzada. La(s) bodega(s) deben estar cerrada(s) y ventilada(s)" (ICA, 2020, p.11).

Figuras jurídicas para protección de marcas nominativa y figurativa en Colombia, mecanismos de propiedad intelectual

Una vez lanzada al público el aplicativo cabe pensar en la propiedad sobre su codificación, logo o nombre por lo tanto lo ideal sería proteger los diferentes elementos de esta a través de diferentes figuras jurídicas. De esta forma el nombre de la aplicación se puede proteger como una marca nominativa, mientras que el ícono, o la representación gráfica que identifica a la aplicación, como una marca figurativa. Para poder gozar de la protección a través de la marca, sea ésta nominativa (nombre), figurativa (representación gráfica) o mixta (mezcla de elementos nominativos y gráficos), es necesario realizar una solicitud de registro de esta ante la Superintendencia de Industria y Comercio, que es la autoridad encargada de tramitar y conceder las marcas en nuestro país. En cuanto a la protección del software, o programas de ordenador, de acuerdo con la *Decisión Andina 351 de 1993*, es protegido a través del Régimen del Derecho de Autor. Esto significa, entre otras cosas, que el código empleado para la elaboración de la aplicación o del software es protegido por la ley desde el momento de su creación, sin embargo, se recomienda realizar un registro ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor para fines declarativos o probatorios, como precaución en caso de que se presenten eventuales conflictos o infracciones (Abaunza, 2015).

Despliegue del proyecto

Caracterización de los procesos de gestión ganadera de la finca “El Remolino”.

Consulta en fuentes oficiales y confiables sobre manejo de registros productivos, organizacionales y administrativos de una finca ganadera: En el marco del desarrollo del proyecto "Creación de un sistema para optimizar la gestión administrativa de la finca El Remolino en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, a través de un aplicativo móvil multiplataforma", se identificó la necesidad de recopilar y analizar información relevante sobre los registros productivos, organizacionales y administrativos presentes en las fincas de ganadería bovina. Esta actividad inicial de consulta en fuentes oficiales y confiables jugó un papel fundamental en la etapa de caracterización de procesos, ya que permitió obtener datos sólidos y fundamentados que sirvieron como base para el desarrollo posterior del aplicativo móvil, la selección de fuentes oficiales y confiables garantizó la veracidad y validez de los datos recopilados, asegurando así la precisión y relevancia de la información que posteriormente se integró en el sistema.

La importancia de esta actividad radica en su capacidad para brindar una visión integral y precisa de la situación actual de la finca El Remolino, permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización en la gestión ganadera. Con el respaldo de datos provenientes de fuentes confiables, el equipo de desarrollo se capacitó para diseñar un aplicativo móvil multiplataforma que abordó las necesidades reales de la finca y proporcionó soluciones eficientes y efectivas para la toma de decisiones y la administración de los recursos. Esta primera etapa de consulta sienta las bases para el éxito del proyecto al asegurar que las decisiones de diseño y desarrollo del aplicativo estén respaldadas por información sólida y actualizada.

Se tomaron como referencia datos relacionados con los registros que debe una finca ganadera, como se deben llevar y cuál debe ser su estructura a partir de fuentes como la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán), la Procesadora Nacional de Alimentos C.A (PRONACA), el Centro de Desarrollo Agro biotecnológico de Innovación e Integración Territorial (CEDAIT) y a la Universidad de Antioquía y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), de este último por ejemplo se extrae la siguiente información y el proceso es repetitivo con cada una las entidades antes mencionadas. *Ver Anexo 4.*

Tabla 2

Registros que debe llevar una finca ganadera según el ICA.

Tipo de registro	Criterios
Identificación de animales	<ul style="list-style-type: none"> • La identificación única e individual de los animales. • Disponer de un registro o ficha individual para cada bovino que se encuentre en el predio. • Desempeño productivo y reproductivo.
Elementos de trabajo y dotación	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de los elementos. • Uso y fecha de caducidad. • Valor de compra. • Producto, cantidad, proveedor.
Instalaciones y equipos físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de compra. • Cantidad y proveedor.

	<ul style="list-style-type: none"> • Valor de compra. • Características, estado y usos.
Insumos y medicamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de compra y caducidad. • Cantidad y proveedor. • Periodo de tiempo en el cual se va a usar. • Dosis específicas para cada animal. • Cronograma de vacunación y desparasitación.
Rutinas de ordeño	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de leche en la mañana y tarde.

Nota: Los registros que considera necesarios el ICA están relacionados con la sanidad agropecuaria e inocuidad en la producción primaria, además el registro de inventario de animales es solicitado para auditorias con fechas mínimo de hasta tres meses atrás. Fuente. Adaptado de Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Contacto con el cliente - Finca "El Remolino": La caracterización de la Finca "El Remolino" presenta un panorama claro y detallado de las características, recursos y procesos existentes en la finca. Este resultado del proyecto brindó una base sólida para el desarrollo del aplicativo móvil, el cual busca optimizar la gestión administrativa de la finca y brindar herramientas de apoyo a la Señora Flor Rodríguez propietaria de "El Remolino", la cual cuenta con las siguientes características:

Tabla 3

Caracterización de la Finca El Remolino

Característica	Descripción
-----------------------	--------------------

Área	1,2 fanegadas
Cabezas de ganado	28
Producción de leche diaria promedio	150 Lt
Ubicación	Vereda Bruselas
Disponibilidad de internet	Si (Wifi y datos móviles)
Manejos de inventarios	Si, físico (herramientas de ordeño, maquinaria, alimentos, insumos) y producción.
Manejo de registro de actividades y metas	Si, registros de vacunación, preñez, nacimientos, administración de medicamentos, purgantes y actividades por hacer en la semana.
Dispositivos móviles	Un smartphone Android, Un smartphone IOS.

Nota: Los datos recolectados y mostrados en la tabla son el resultado de una entrevista y encuesta que se aplicaron al cliente en la Finca “El Remolino”. Fuente: Propia del autor.

Como parte del proceso de caracterización de la finca también se lograron extraer fotografías del número de bovinos con los que se cuenta en El Remolino.

Figura 31

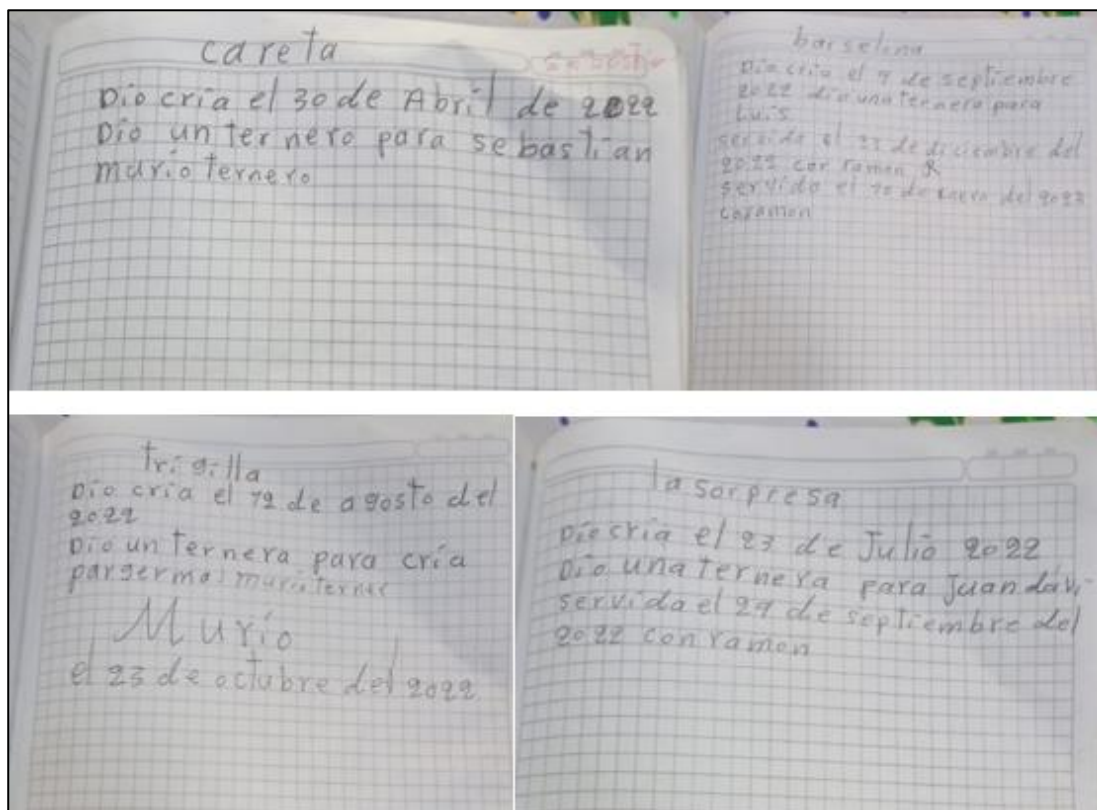
Bovinos de la finca El Remolino



Nota: Las 28 cabezas de ganado están distribuidas según su edad y etapa productiva en terneros, novillas, vacas y toros. Además, se cuenta con razas de Montbeliarde, Normando, Holstein, Jersey y cruces entre razas. Fuente: Propia del autor.

Figura 32

Registro individual de bovinos en El Remolino



Nota: El registro de individual de los bovinos se percibe desordenado, incompleto y con falta de una estructura generalizada que permita hacer búsquedas rápidas cuando se necesiten. Además, hace falta el de algunos bovinos como terneros o toros de los cuales no se tienen registros o están perdidos. Fuente: Propia del autor.

Se desarrollaron actividades complementarias para identificar las necesidades y requerimientos que los administradores de la finca solicitaban, para el levantamiento de estos se llevaron a cabo estrategias que permitieron lograr con éxito esta etapa, estas actividades incluyen una entrevista, una encuesta, registros fotográficos, videos y documentación. *Ver anexo 5.*

Comparativa y filtración de los datos obtenidos en la investigación con relación a la caracterización de la finca: Se relaciono y se hizo un análisis entre la información recolectada de diferentes fuentes incluyendo al proceso de caracterización de la finca “El Remolino”, sobre estos datos se lograron encontrar similitudes que permitieron plantear un plan de requerimientos específico para cinco módulos principales que integraría el aplicativo multiplataforma, estos son el inventario bovino, fichas individuales, producción, inventario físico, y registro de actividades. *Ver anexo 6.*

Figura 33

Filtración de datos recolectados

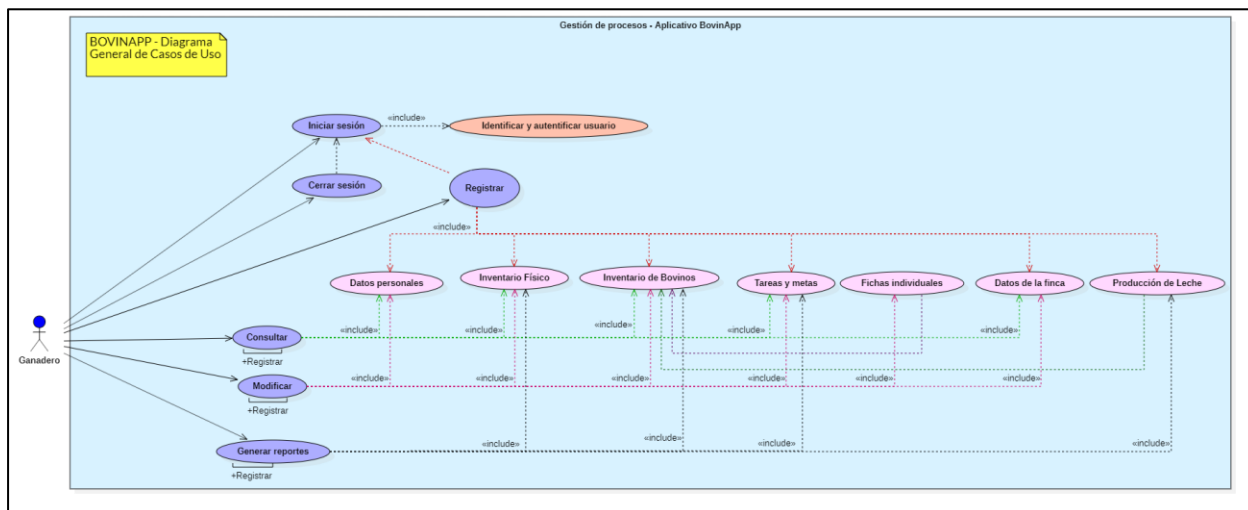
Nota: Al tomar los datos recolectados desde la encuesta a los ganaderos de la región, consulta en entidades oficiales y directamente en la Finca "El Remolino" se logró diseñar una infografía que muestra la filtración de los datos y la propuesta que se llegó a plantear con el fin de satisfacer las necesidades de la finca adecuándolas a estándares y propuestas de entidades expertas en el tema.

Fuente: Propia del autor.

Diagramas de casos uso e ingeniería de requisitos: Un proceso de diagramación de casos de uso y de ingeniería de requisitos en un proyecto, como el desarrollo de BovinApp, desempeñó un papel fundamental en la planificación y conceptualización de la aplicación. En

Figura 35

Diagrama Casos de Uso General (Interacción Usuario - Sistema)



Nota: En el diagrama se evidencia el usuario del sistema (ganadero) y la interacción que tiene con el aplicativo, principalmente se establecen los procesos de registro, consulta y actualización de los datos. Estos dependiendo del módulo del aplicativo donde se encuentre tendrán restricciones que aseguran el flujo correcto de la información. Los módulos están separados en 7 secciones como se muestra en el diagrama, además se incluye todo el proceso de manejo de la sesión y generación de reportes. Visualice detalladamente todos los diagramas y su descripción en el *anexo 8*. Fuente: Propia del autor.

Además, la ingeniera de requisitos se encargó de analizar, documentar y gestionar las necesidades y expectativas del cliente y los usuarios. Este proceso garantizó que todos los requisitos, tanto funcionales como no funcionales, estuvieran claramente definidos y priorizados, lo que sirve como base para el desarrollo y la toma de decisiones técnicas. Al establecer una sólida ingeniería de requisitos, se aseguró que el equipo de desarrollo estuviera alineado con los objetivos del proyecto, reduciendo los riesgos de desviaciones y cambios significativos a medida

que avanzaba el desarrollo. En conjunto, estos procesos son esenciales para crear una aplicación que sea efectiva, eficiente y que cumpla con las expectativas del cliente y los usuarios finales.

Figura 36

Especificación de requisitos de software IEEE-830

Creación de un sistema para optimizar la gestión administrativa de la finca "El Remolino" en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté (Cundinamarca), a través de un aplicativo móvil multiplataforma - BovinApp.

Especificación de requisitos de software

Pág. 2

Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. Calidad.
21/02/2023		Andrés Camilo Delgado Ramos Jesus Andrés Infante Páez	

Documento validado por las partes en fecha:

Por la comunidad	Por la universidad
Estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas	Universidad de Cundinamarca Ing. Segundo Leonardo Cortes

Creación de un sistema para optimizar la gestión administrativa de la finca "El Remolino" en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté (Cundinamarca), a través de un aplicativo móvil multiplataforma - BovinApp.

Febrero del 2023

Nota: La Especificación de Requisitos de Software ERS se ha estructurado siguiendo las directrices del estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software ANSI/IEEE 830, 1998, para garantizar una descripción clara y coherente de los requisitos del sistema. Visualice detalladamente el documento de especificación de requisitos en el *anexo 7*. Fuente: Propia del autor.

Establecimiento de herramientas de desarrollo óptimas a través de un análisis comparativo

Realizar una consulta de las herramientas de programación existentes en el mercado que puedan satisfacer las necesidades y requerimientos identificados: La etapa de consulta y elección de herramientas de programación fue una fase crítica en el desarrollo del proyecto, ya que definió los cimientos tecnológicos sobre los cuales se construyó la aplicación, además se exploraron y evaluaron diferentes opciones para determinar cuáles son las herramientas más adecuadas que permitieron traducir la visión del aplicativo en una solución funcional y eficiente. Esta elección no solo impactó en el desarrollo inicial, sino que también influye en la escalabilidad, mantenimiento y evolución del producto a lo largo del tiempo.

La selección de un sistema backend y de una base de datos apropiados fue esencial, ya que estos componentes fueron los responsables de manejar la lógica de negocio, almacenar datos críticos y asegurar la integridad de la aplicación, por otro lado, la elección de un entorno de desarrollo integrado (IDE) y de un lenguaje de programación adecuados influye directamente en la productividad y en la capacidad de los desarrolladores para crear y mantener el código de manera efectiva. También fue importante la elección del framework de desarrollo ya que proporcionó una estructura predefinida y herramientas que agilizaron el proceso de desarrollo, permitiendo centrarse en la implementación de características específicas en lugar de diseñar y programar todo desde cero, un framework bien establecido y adecuado para el tipo de aplicación que se construyó puede marcar la diferencia en términos de eficiencia, mantenibilidad y escalabilidad.

La etapa de consulta y elección de herramientas de programación fue fundamental para el éxito del proyecto. Una elección informada y cuidadosa en esta fase proporcionó una base sólida

para el desarrollo de la aplicación, garantizando su funcionalidad, rendimiento y capacidad de adaptación a medida que evoluciona y se expande para satisfacer las necesidades cambiantes de los usuarios y del entorno tecnológico en la finca El Remolino en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté.

En total se consultaron 15 herramientas de programación que incluyen las categorías de servicios Backend, Entornos de Desarrollo Integrado (IDE), marcos o lenguajes de programación para el desarrollo de aplicativos móviles y sistemas de control de versiones, en la siguiente tabla se encuentran las herramientas consultadas y clasificadas. *Ver Anexo 9.*

Tabla 4

Herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Herramienta	Categoría	Página web oficial
<i>MySQL</i>	Sistemas de Gestión de Bases de datos	https://www.mysql.com/
<i>Firebase</i>	Sistemas de Gestión de Bases de datos	https://firebase.google.com/?hl=es
<i>Mongo DB</i>	Sistemas de Gestión de Bases de datos	https://www.mongodb.com/es
<i>Xcode</i>	IDE	https://developer.apple.com/xcode/

Herramienta	Categoría	Página web oficial
<i>Visual Studio Code</i>	IDE	https://code.visualstudio.com/
<i>Android Studio</i>	IDE	https://developer.android.com/studio
<i>Flutter</i>	Marco Multiplataforma	https://flutter.dev/
<i>Xamarin</i>	Marco Multiplataforma	https://visualstudio.microsoft.com/es/xamarin/
<i>Ionic</i>	Marco Multiplataforma	https://ionicframework.com/
<i>React Native</i>	Marco Multiplataforma	https://reactnative.dev/
<i>JQuery Móvil</i>	Marco Multiplataforma	https://jquerymobile.com/
<i>Git y GitHub</i>	Sistema de control de versiones y Plataforma de	https://git-scm.com/ https://github.com/

Herramienta	Categoría	Página web oficial
	alojamiento de repositorios	
	Sistema de control de versiones y	https://www.mercurial-scm.org/
<i>Mercurial</i> y <i>BitBucket</i>	Plataforma de alojamiento de repositorios	https://bitbucket.org/

Nota: Aunque existen muchas otras herramientas relacionadas con cada una de las categorías mencionadas en la tabla, se escogen aquellas que tienen una línea de aprendizaje rápido, son tendencia o se usan en aplicativos actuales, son conocidas por el grupo de desarrollo y que su implementación resulta ser sencilla, Fuente: Propia del autor.



Analizar las características, ventajas y desventajas de cada una de las herramientas de desarrollo seleccionadas: Luego de una consulta en diferentes fuentes sobre las herramientas que podrían aportar al desarrollo del aplicativo, se tomaron como referencia 15 de estas las cuales fueron consultadas a detalle sus características, ventajas, desventajas, arquitectura, usabilidad, etc. Se lograron clasificar en 4 grupos según su función en el desarrollo y a partir de estos grupos se compararon las herramientas con el fin de filtrar las que mejor desempeño podrían tener en el proyecto. *Ver anexo 10.*

Seleccionar las herramientas más viables para el proyecto y hacer pruebas evaluando su funcionalidad y desempeño: Para el proceso de pruebas de cada una de las herramientas de

desarrollo consultadas a partir de las categorías se tuvieron en cuenta varias consideraciones para tener en cuenta para seleccionar las más favorables para el proyecto. A continuación, se exponen las características de los equipos donde se realiza el desarrollo, esto es importante puesto que se pueden evaluar los requerimientos de instalación y funcionamiento de las herramientas para descartar algunas del proceso de pruebas y por ende de la selección para hacer parte del proyecto.

Tabla 5

Características de los equipos de desarrollo.

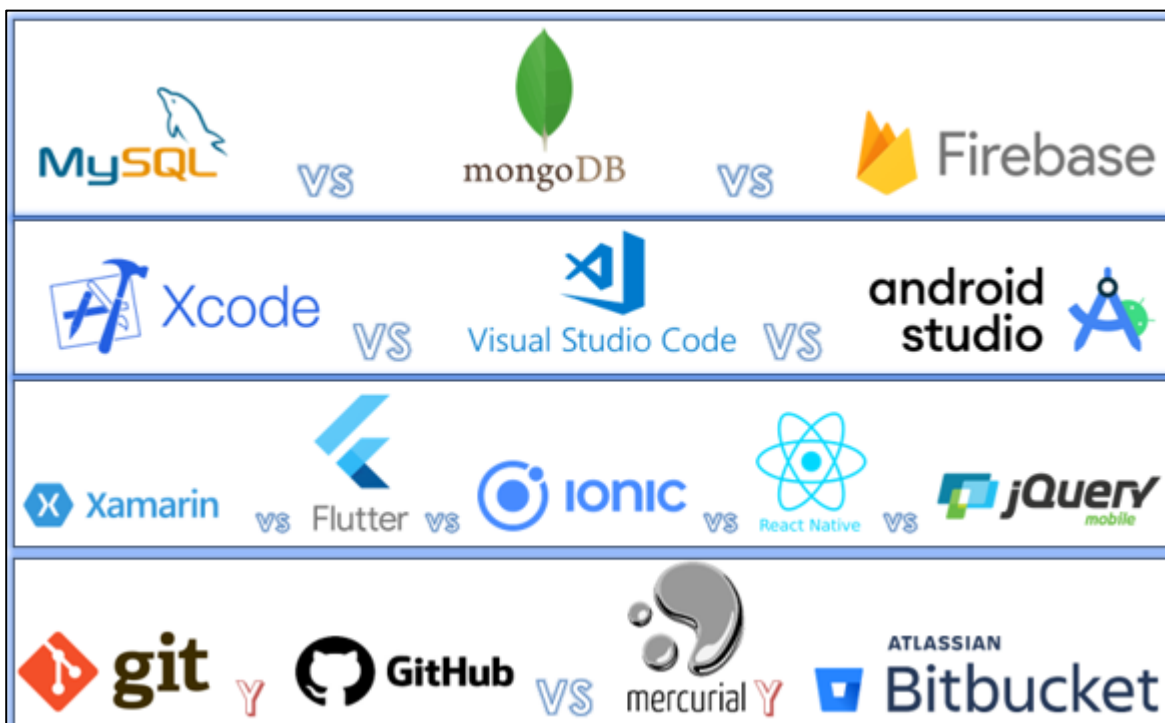
	Características	
Lenovo ideapad 3	<i>Marca y modelo</i>	Lenovo yoga 500
Ryzen 3 5300U	<i>Procesador</i>	Intel Core i3-5005U
Windows 11	<i>Sistema operativo</i>	Windows 10
12GB	<i>Memoria RAM</i>	8 GB
m2 512GB	<i>Tipo de disco duro</i>	SSD 480 GB
200GB	<i>Almacenamiento disponible</i>	100 GB
Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64	<i>Tipo de sistema</i>	Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64

Nota: Las características mencionadas en el cuadro son las que solicitan con mayor frecuencia para determinar los requerimientos de instalación y de funcionamiento de un software. Fuente: Propia del autor.

La documentación de las pruebas con sus respectivas evidencias, soporte teórico y práctico se pueden apreciar en el *Anexo 11*, allí se explica a detalle cada una de las pruebas con cada herramienta, resaltando el proceso de requerimientos de instalación o implementación, puesta en marcha, ejemplos prácticos basados en el desarrollo multiplataforma de BovinApp y su funcionamiento erróneo o satisfactorio en los equipos de prueba. Además, la evaluación de estas herramientas a partir de las pruebas y de sus ventajas y desventajas encontradas se pueden apreciar en el *Anexo 12*.

Figura 37

Herramientas que fueron comparadas en el proceso de selección.



Nota: En la imagen se muestran las herramientas que fueron comparadas en la etapa de pruebas de estas, pues algunas herramientas tuvieron que ser descartadas ya que en la investigación de sus características y requerimientos no se adaptaban a las características de los equipos o ya contaban con soporte. Fuente: Propia del autor.

Seleccionar las herramientas más adecuadas para satisfacer las necesidades y requerimientos del proyecto: Las herramientas seleccionadas para el desarrollo del proyecto BovinApp se eligieron cuidadosamente considerando sus características y ventajas específicas, lo que permitirá un desarrollo eficiente y una experiencia óptima tanto para el ganadero como para los desarrolladores. Estas elecciones se basaron en la escalabilidad, la capacidad de actualización en tiempo real, la facilidad de uso, la velocidad de desarrollo, la capacidad de personalización y el soporte comunitario. En el *Anexo 13* se encuentra la justificación detallada del porqué se eligió cada herramienta, cuáles son sus beneficios y como se integran para trabajar colaborativamente en el desarrollo de BovinApp, apoyado con evidencias del proceso de implementación y de despliegue con éxito de cada una de las herramientas de desarrollo seleccionadas.

Figura 38

Justificación de las herramientas seleccionadas

Tabla 1. Justificación de cada una de las herramientas para el desarrollo de BovinApp.

Sistema de Gestión de Bases de datos	Entorno de Desarrollo Integrado	Framework Multiplataforma	SCV y control de repositorios
Freebase (Freebase - CloudStorage)	Visual Studio Code	Flutter	Git - GitHub
<ul style="list-style-type: none"> Se escogió Freebase como gestor de base de datos ya que cuenta con alta escalabilidad permitiendo que el ganadero pueda tener múltiples registros sin importar la cantidad ya sea del inventario de los bovinos (porc., vacas, terneros, vacas, novillas) o inventario de alimentos. Medicamentos, Parámetros, Inactivos, otros o producción (carne, leche). Cuenta con diferentes herramientas que facilitan la implementación en el 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Studio Code, es un entorno de desarrollo integrado que permite escribir código en cualquier lenguaje de programación. Dan y se puede exportar para el uso de dispositivos móviles con los sistemas de desarrollo y operativos que se usan en la fase. Cabe resaltar que el código se escribe en el lenguaje de programación Dart y se puede exportar para el uso de dispositivos móviles con los sistemas de desarrollo y operativos que se usan en la fase. 	<ul style="list-style-type: none"> Flutter es un framework de desarrollo de aplicaciones multiplataforma que permite desarrollar aplicaciones para Android y iOS. Cabe resaltar que el código se escribe en el lenguaje de programación Dart y se puede exportar para el uso de dispositivos móviles con los sistemas de desarrollo y operativos que se usan en la fase. 	<ul style="list-style-type: none"> SCV y control de repositorios permiten gestionar el código fuente de las aplicaciones y facilitar la colaboración entre los desarrolladores. GitHub es un servicio de hosting de código fuente que permite almacenar y gestionar el código fuente de las aplicaciones.

Justificación de las herramientas seleccionadas:

- Freebase (Freebase - CloudStorage):** Se escogió Freebase como gestor de base de datos ya que cuenta con alta escalabilidad permitiendo que el ganadero pueda tener múltiples registros sin importar la cantidad ya sea del inventario de los bovinos (porc., vacas, terneros, vacas, novillas) o inventario de alimentos. Medicamentos, Parámetros, Inactivos, otros o producción (carne, leche). Cuenta con diferentes herramientas que facilitan la implementación en el desarrollo.
- Visual Studio Code:** Visual Studio Code, es un entorno de desarrollo integrado que permite escribir código en cualquier lenguaje de programación. Dan y se puede exportar para el uso de dispositivos móviles con los sistemas de desarrollo y operativos que se usan en la fase. Cabe resaltar que el código se escribe en el lenguaje de programación Dart y se puede exportar para el uso de dispositivos móviles con los sistemas de desarrollo y operativos que se usan en la fase.
- Flutter:** Flutter es un framework de desarrollo de aplicaciones multiplataforma que permite desarrollar aplicaciones para Android y iOS. Cabe resaltar que el código se escribe en el lenguaje de programación Dart y se puede exportar para el uso de dispositivos móviles con los sistemas de desarrollo y operativos que se usan en la fase.
- Git - GitHub:** SCV y control de repositorios permiten gestionar el código fuente de las aplicaciones y facilitar la colaboración entre los desarrolladores. GitHub es un servicio de hosting de código fuente que permite almacenar y gestionar el código fuente de las aplicaciones.

Nota: Las herramientas seleccionadas para el desarrollo del proyecto BovinApp se eligieron cuidadosamente considerando sus características y ventajas específicas, lo que permitió un desarrollo eficiente y una experiencia óptima tanto para el ganadero como para los desarrolladores. Esta elección se basó en la escalabilidad, la capacidad de actualización en tiempo real, la facilidad de uso, la velocidad de desarrollo, la capacidad de personalización y el soporte comunitario. Fuente: Propio del autor.

Nota: Cada una de las herramientas seleccionadas se complementan para generar un ambiente de trabajo propicio para el desarrollo ágil y estructurado del proyecto. Por lo tanto, la elección de estas depende en gran medida en cómo era el comportamiento al implementarlas conjuntamente,

además que, se adecuarán a las características de hardware y software de los computadores de los desarrolladores. Fuente: Propia del autor.

Adicionalmente y para dar un sustento de mayor nivel a una de las herramientas seleccionadas (Framework Flutter) se llevó a cabo la redacción de un artículo denominado “Implementación del Framework Flutter para un desarrollo multiplataforma aplicado al proyecto BovinApp – Software Ganadero”. En este artículo, se presenta un estudio detallado sobre la implementación del framework Flutter para el desarrollo multiplataforma aplicado al proyecto que se basa en un software ganadero disponible para dispositivos móviles Android e IOS en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté. Se comparan diferentes herramientas similares y se explica por qué se eligió Flutter como la opción principal para llevar a cabo el desarrollo del aplicativo destinado a la finca "El Remolino". *Ver anexo 14.*

Desarrollo un aplicativo móvil multiplataforma

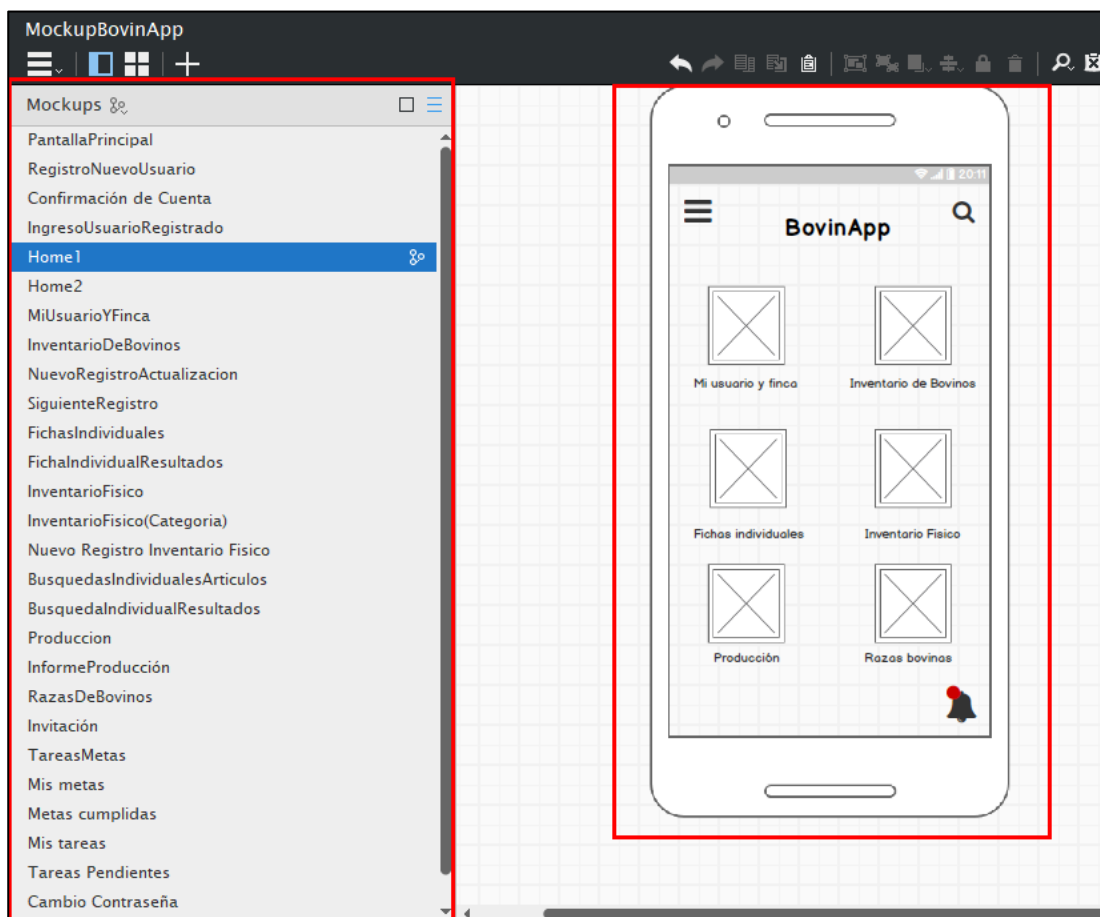
Desarrollo de mockups: Para el diseño de los mockups se decidió implementar una herramienta de fácil uso, implementación y que generará resultados en poco tiempo, pues se esperaba desarrollar posteriormente un prototipo que puliera algunas de las características del mockup.

La herramienta en la cual se llevó a cabo este proceso fue Balsamiq Mockup 3, en esta se lograron diseñar 24 pantallas del aplicativo que incluían cada uno de los módulos que se deseaban implementar y que se ajustaran a los documentos de requerimientos y diagramas de casos de uso. Por lo tanto, cada pantalla contaba elementos propios de una interfaz de un aplicativo móvil como botones, campos de texto, etiquetas, iconos, elementos emergentes entre otros que facilitaron la lectura de lo que se deseaba desarrollar y además se generó un primer

producto para pruebas y recolectar comentarios y opiniones directamente con el cliente de la Finca “El Remolino”. *Ver anexo 15.*

Figura 39

Diseño de Mockups



Nota: Estos mockups representan visualmente las interfaces de usuario diseñadas para BovinApp en la plataforma Balsamiq 3. Estas representaciones gráficas proporcionan una vista previa de cómo se espera que se vea y se comporte la aplicación, lo que facilita la comprensión y la planificación del diseño antes de la implementación.

Desarrollo del prototipo y pruebas: El prototipo del aplicativo se desarrolló en App Inventor, una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles que permite a usuarios sin experiencia en programación crear sus propias aplicaciones para dispositivos Android. Las

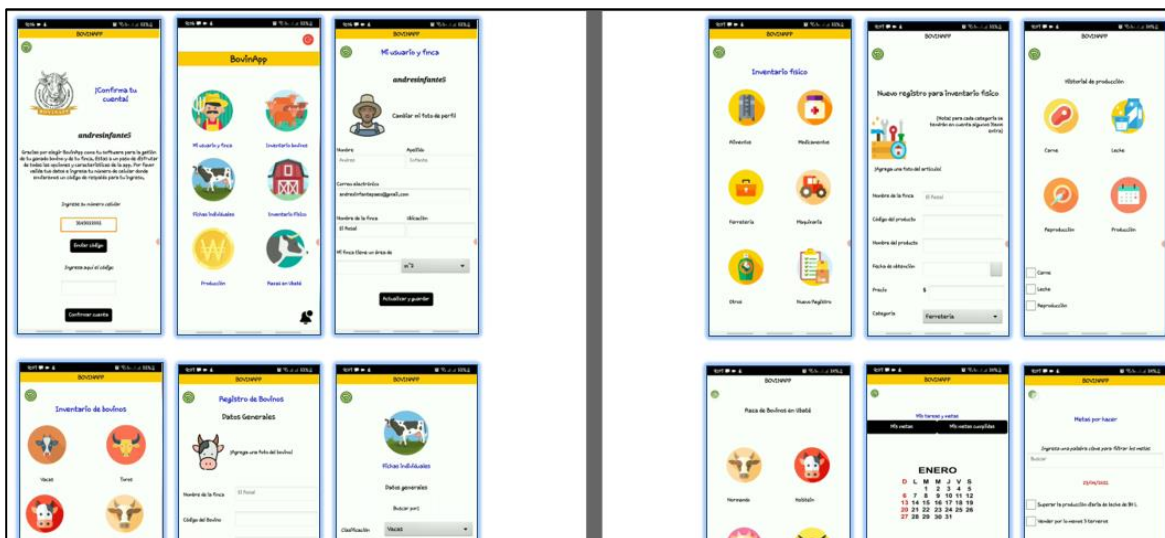
aplicaciones que ayuda a crear no son tan sofisticadas y con el nivel de funcionalidad de apps nativas desarrolladas en lenguajes de programación, pero brinda gran utilidad si de desarrollar un prototipo funcional se trata. Fue creado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y se basa en un entorno de programación visual y de bloques.

App Inventor utiliza un enfoque de programación por bloques, lo que significa que los usuarios pueden crear aplicaciones arrastrando y soltando bloques de funciones predefinidos en lugar de escribir código tradicional. Esto hace que el proceso de desarrollo sea más accesible y fácil de entender además el consumo de tiempo para el desarrollo es considerablemente bajo.

El entorno de desarrollo de App Inventor consta de dos partes principales: el diseñador y el editor de bloques. En el diseñador, los usuarios pueden arrastrar y soltar componentes visuales, como botones, etiquetas y listas, para crear la interfaz de usuario de su aplicación. Luego, en el editor de bloques, pueden programar el comportamiento de la aplicación conectando bloques que representan diferentes funciones y eventos, como botones pulsados, entrada de texto o acciones del sistema. *Ver anexo 16* donde se encuentra el proceso de diseño y programación a partir de bloques del prototipo y *Ver el anexo 17* donde se encuentra el producto y cada una de las pantallas generadas del prototipo en App Inventor.

Figura 40

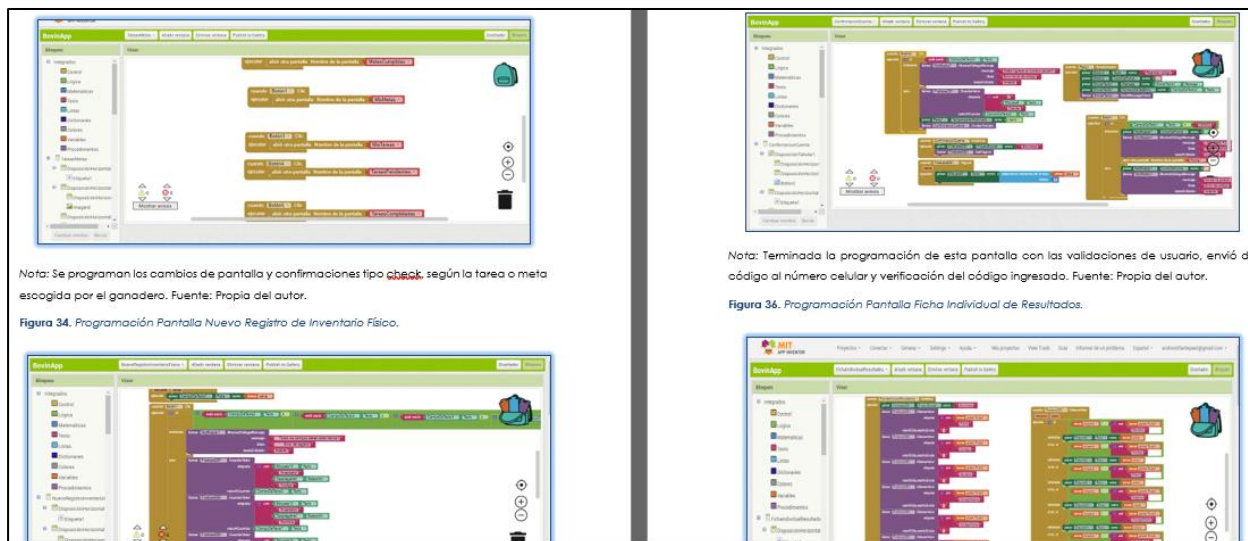
Frontend del Prototipo



Nota: El Frontend del prototipo fue diseñado a partir de lo propuesto en la etapa anterior relacionada con el diseño de mockups. Cada uno de los botones, campos de texto, etiquetas, iconos, imágenes y demás elementos de la interfaz son configurados de tal forma que se adapten a diferentes tamaños de dispositivos Android. Fuente: Propia del autor.

Figura 41

Backend del Prototipo



Nota: Se programan los cambios de pantalla y confirmaciones tipo **checkbox**, según la tarea o meta escogida por el ganadero. Fuente: Propia del autor.

Figura 34. Programación Pantalla Nuevo Registro de Inventario Físico.

Nota: Terminada la programación de esta pantalla con las validaciones de usuario, envío de código al número celular y verificación del código ingresado. Fuente: Propia del autor.

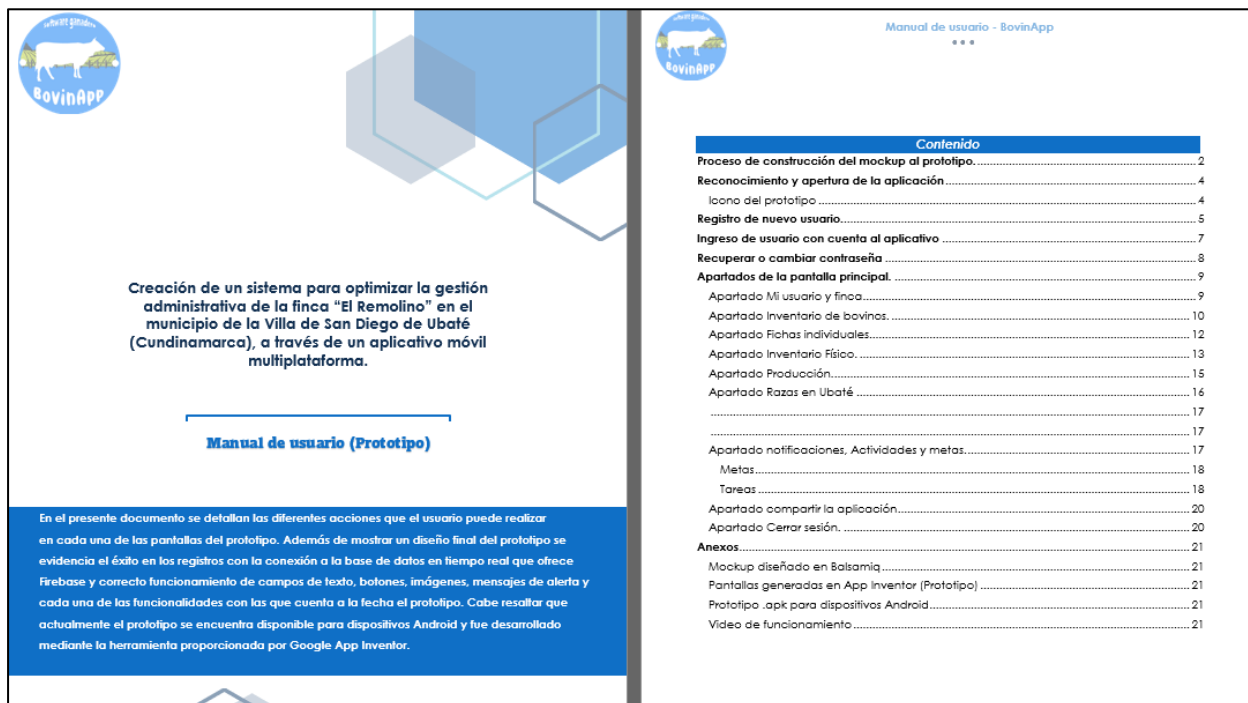
Figura 36. Programación Pantalla Ficha Individual de Resultados.

Nota: Para el backend del prototipo se logra programar la lógica gracias a la sección de bloques que ofrece App Inventor, en esta y gracias a la conexión por bloques de funciones es sencillo dar funcionalidad a los elementos de la interfaz gráfica. Esta programación claramente se ve limitada por la cantidad de bloques que se pueden usar, y programación que no se puede desarrollar desde este medio y por ende en etapas posteriores se recurrió a lenguajes de programación. Fuente: Propia del autor.

Posteriormente se creó un Manual de usuario para el prototipo donde se detallan las diferentes acciones que el usuario puede realizar en cada una de las pantallas del prototipo. Además de mostrar un diseño final del prototipo se evidencia el éxito en los registros con la conexión a la base de datos en tiempo real que ofrece Firebase y correcto funcionamiento de campos de texto, botones, imágenes, mensajes de alerta y cada una de las funcionalidades con las que cuenta a la fecha el prototipo. Cabe resaltar que actualmente el prototipo se encuentra disponible para dispositivos Android y fue desarrollado mediante la herramienta proporcionada por Google App Inventor. *Ver anexo 18.*

Figura 42

Manual de usuario para el prototipo.



Nota: En este documento se detallan las diferentes acciones que el usuario puede realizar en cada una de las pantallas del prototipo. Además de mostrar un diseño final del prototipo se evidencia el éxito en los registros con la conexión a la base de datos en tiempo real que ofrece Firebase y correcto funcionamiento de campos de texto, botones, imágenes, mensajes de alerta y cada una de las funcionalidades con las que cuenta a la fecha el prototipo. Fuente: Propia del autor.

Una vez finalizado el prototipo se procede a evaluarlo junto con el usuario de la finca “El Remolino”, a quien se le da una breve capacitación sobre el funcionamiento de la interfaz, realizar registros, navegación entre pantallas, módulos funcionales, registro, login y cerrar sesión. Posteriormente el usuario logro manipular con éxito el prototipo y se procede a solicitar

su evaluación junto con fortalezas, debilidades y posibles mejoras que se podrían lograr con el aplicativo final.

Las pruebas del prototipo del aplicativo ganadero en la herramienta App Inventor con el usuario de la finca "El Remolino" jugaron un papel fundamental en nuestro proyecto de desarrollo. Estas pruebas permitieron obtener una retroalimentación valiosa y directa por parte del usuario, la señora Flor Rodríguez, quien es la administradora de la finca. La interacción con el prototipo nos brindó información esencial sobre la usabilidad, funcionalidad y la adecuación del aplicativo a las necesidades y expectativas reales del usuario.

Al realizar estas pruebas tempranas, se lograron identificar fortalezas y áreas de mejora, lo que permitió un enfoque en desarrollar un aplicativo multiplataforma en Flutter que satisfaga plenamente los requerimientos y expectativas de la señora Rodríguez y que se adapte de manera efectiva a los procesos y actividades de la finca. Así, las pruebas iniciales se convierten en una base sólida para garantizar el éxito y la eficacia del aplicativo final que contribuirá significativamente a optimizar la gestión administrativa y productiva de la finca "El Remolino".

Ver anexo 19.

resultado del aplicativo en su versión 1.0.0, en el *anexo 26* podrá encontrar el repositorio en GitHub del proyecto y en el *anexo 27* finalmente podrá encontrar los ejecutables en formato .apk para Android y .ipa para iOS organizados en carpetas según se versión junto con el manual de usuario y un video tutorial para el usuario final.

Visión general de la arquitectura

La arquitectura de BovinApp está diseñada para ser modular y escalable, lo que permite un desarrollo eficiente y una fácil incorporación de nuevas características. Se basa en el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC), que divide la aplicación en estos tres componentes principales. El flujo de datos en BovinApp se inicia con las interacciones del usuario en la interfaz de usuario (Vista). Cuando un usuario realiza una acción, como registrar un nuevo bovino, la Vista llama al Controlador correspondiente. El Controlador procesa la solicitud, interactúa con el Modelo para realizar operaciones en la base de datos y actualiza la Vista para reflejar los cambios. Esta comunicación entre los componentes garantiza que los datos sean consistentes y estén actualizados en tiempo real.

Patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador)

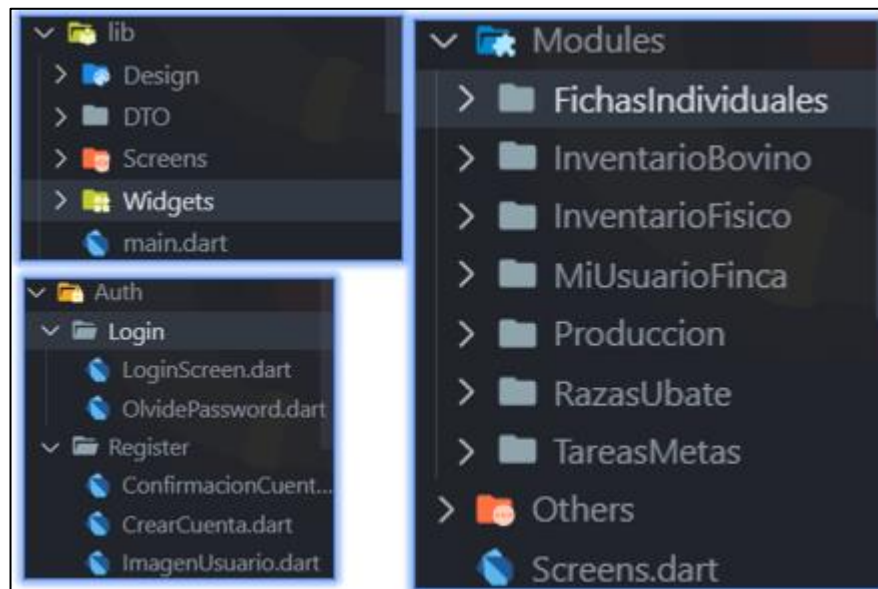
Modelo (Model): Representa los datos y la lógica de negocio de la aplicación. Aquí se gestionan las operaciones de lectura y escritura en la base de datos, así como la manipulación de los datos. Por ejemplo, en BovinApp, el Modelo se encarga de interactuar con Firebase para recuperar información sobre el ganado, registros de actividades y otros datos relevantes.

Vista (View): Es la interfaz de usuario con la que interactúa el usuario final. Aquí se encuentran todas las pantallas y widgets que componen la aplicación. En BovinApp, la Vista incluye las pantallas de registro, consulta y visualización de datos, así como los formularios de entrada de información.

Controlador (Controller): Actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista. Gestiona la lógica de la aplicación y responde a las interacciones del usuario. Por ejemplo, cuando un usuario registra un nuevo bovino, el Controlador se encarga de validar los datos, interactuar con el Modelo para almacenarlos y actualizar la Vista para reflejar los cambios.

Figura 44

Estructura de la carpeta "lib" para el proyecto BovinApp



Nota: Flutter tiende a usar un patrón arquitectónico llamado "Modelo-Vista-Controlador de Bloque" (Bloc) o "Modelo-Vista-Controlador de Provider" en su lugar. Estos patrones son más populares en la comunidad de Flutter debido a su capacidad para manejar de manera eficiente el estado y la lógica de la aplicación. Fuente: Propia del autor.

Estructura de carpetas y archivos

La estructura de carpetas y archivos de BovinApp está diseñada para facilitar la organización del código y la colaboración entre desarrolladores. A continuación, se describen las carpetas y archivos clave en la estructura:

lib/: Esta carpeta es el núcleo del proyecto y contiene todos los archivos relacionados con la lógica de la aplicación. Aquí es donde se implementan los controladores, modelos y vistas.

controllers/: Contiene los controladores de cada pantalla o funcionalidad de la aplicación. Por ejemplo, `login_controller.dart` maneja la lógica de inicio de sesión, mientras que `registro_bovino_controller.dart` se encarga de la lógica relacionada con el registro de bovinos.

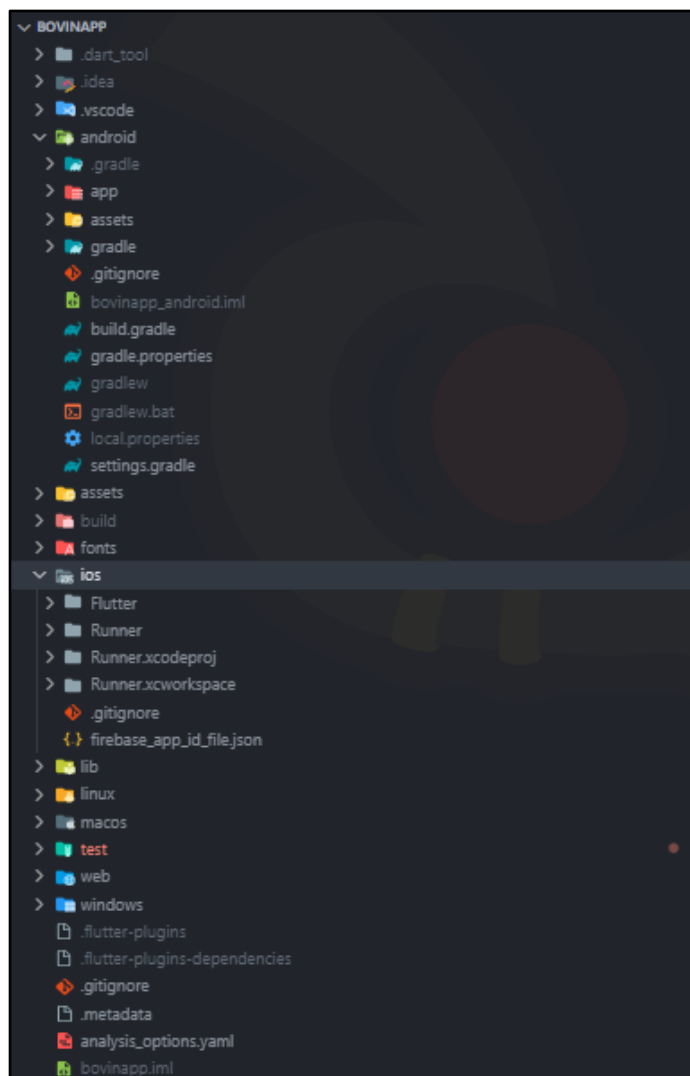
models/: Aquí se encuentran las clases que representan los datos en la aplicación. Cada modelo, como `bovino.dart` o `registro_actividad.dart`, define la estructura de los datos y proporciona métodos para interactuar con ellos.

views/: Contiene las pantallas y widgets que conforman la interfaz de usuario de la aplicación. Cada pantalla, como `pantalla_inicio.dart` o `pantalla_registro_bovino.dart`, se implementa como un widget de Flutter.

main.dart: Este archivo es el punto de entrada principal de la aplicación. Aquí se configuran aspectos como la inicialización de Firebase, la creación de instancias de controladores y la definición de rutas de navegación.

Figura 45

Estructura de carpetas de un proyecto en Flutter



Nota: Un proyecto de Flutter genera automáticamente carpetas con código e información personalizada para cada Sistema Operativo donde se desea desplegar el aplicativo, esto con el fin de manipular y mejorar el código si para cada plataforma, facilitando así un desarrollo casi nativo que proporciona ventajas sobre otros frameworks similares. Además, la estructura organizada y coherente de las carpetas y archivos facilita la navegación y el mantenimiento del código, lo que es esencial para un desarrollo eficiente y colaborativo. Fuente: Propia del autor.

Diseño de Base de datos NoSQL para Firestore

Firestore es la plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles de Google que ofrece diversas herramientas, incluida una base de datos en tiempo real llamada Firestore y un servicio de almacenamiento en la nube conocido como Firebase Cloud Storage. Estas herramientas son implementadas en el desarrollo gracias a su facilidad de uso y compatibilidad con el framework Flutter generando un rendimiento óptimo y reducción del trabajo de codificación en comparación con otros sistemas gestores de bases de datos o unidades de almacenamiento en la nube.

Firestore es una base de datos en tiempo real de Firebase que se integra en el proyecto BovinApp con el fin de brindar un servicio de almacenamiento en la nube a partir de los datos proporcionados por los usuarios en cada uno de los módulos del aplicativo. Su uso y su importancia radican en varios aspectos clave:

Almacenamiento de Datos Críticos: Firestore se utiliza para almacenar datos críticos relacionados con la gestión de la finca ganadera. Esto incluye registros de bovinos, datos de producción, inventarios y otros detalles relevantes. Al ser una base de datos en tiempo real, Firestore garantiza que los datos estén siempre actualizados y disponibles para los usuarios de la aplicación.

Acceso en Tiempo Real: Uno de los aspectos más destacados de Firestore es su capacidad para proporcionar datos en tiempo real. Esto significa que cuando se realiza una actualización en la base de datos, como agregar un nuevo bovino o registrar una actividad, los cambios se reflejan instantáneamente en la aplicación. Esto es esencial para mantener la información actualizada y precisa.

Flexibilidad en la Estructura de Datos: permite una estructura de datos flexible basada en documentos y colecciones. Esto es beneficioso para un proyecto como BovinApp, donde se

manejan diferentes tipos de datos, como información de bovinos, inventarios y registros de actividades. La estructura de Firestore permite adaptarse fácilmente a las necesidades cambiantes de la finca.

Consultas Avanzadas: Firestore proporciona capacidades de consulta avanzadas. Los usuarios de BovinApp pueden realizar consultas detalladas para encontrar información específica. Por ejemplo, pueden buscar bovinos por nombre, raza o número de identificación, lo que facilita la recuperación de datos precisos.

Seguridad y Autenticación: Firestore se integra con Firebase Authentication para garantizar que solo los usuarios autorizados tengan acceso a los datos. Esto es esencial para proteger la privacidad de los datos de la finca ganadera y garantizar que solo el personal autorizado pueda realizar cambios en la base de datos.

Escalabilidad: es altamente escalable y puede manejar un gran volumen de datos a medida que la aplicación crece. A medida que el usuario aumenta su inventario y registros, Firestore puede adaptarse sin problemas a estas demandas de escalabilidad.

Figura 46

Diseño de la base de datos NoSQL para BovinApp



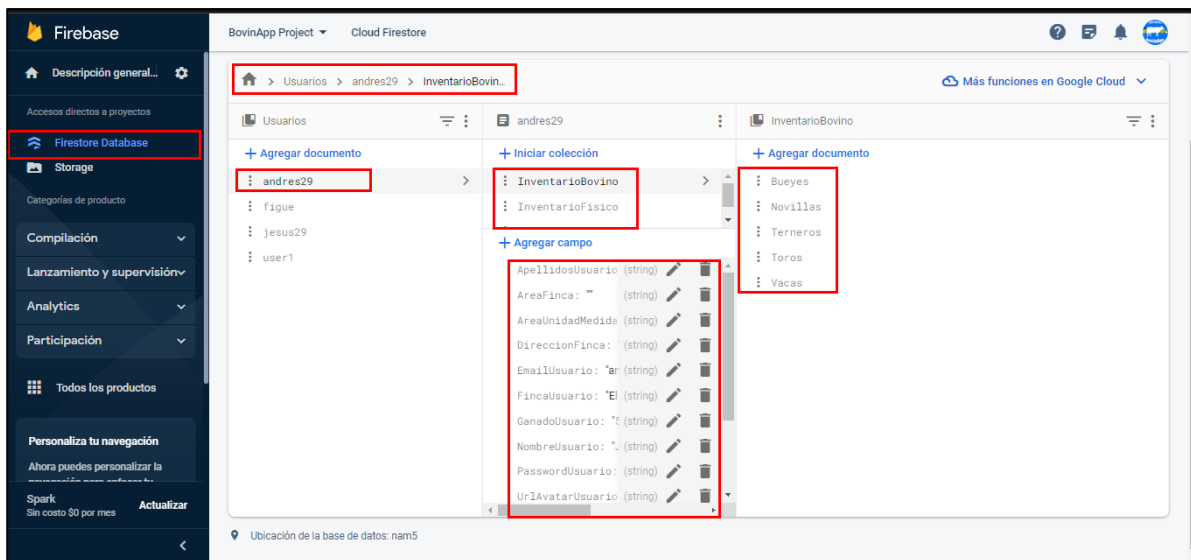
Nota: Para el diseño de la base de datos de BovinApp se tuvo en cuenta que Firestore se estructura en "colecciones", que son como carpetas, "documentos", que son registros individuales dentro de esas colecciones, y "campos" que son los datos en cada documento. Las

colecciones actúan como contenedores principales, y dentro de ellas, se pueden tener múltiples documentos, cada uno con su propio conjunto de campos. Las colecciones son como categorías, los documentos son registros específicos, y los campos son datos individuales. Fuente: Propia del autor.

En Firestore, los datos se organizan en colecciones que pueden contener varios documentos. Cada documento es un registro de datos individual y se almacena en formato JSON, se pueden anidar colecciones y documentos para crear una estructura jerárquica que se adapte a las necesidades de la aplicación. No hay una estructura rígida de antemano, lo que permite una flexibilidad en el diseño de la base de datos. Las "ramas" o "subcolecciones" se crean cuando una colección contiene documentos que a su vez tienen subcolecciones, lo que permite organizar aún más los datos.

Figura 47

Vista de registro de datos desde Firestore.



Nota: En Firestore la estructura documental de la base de datos incluye una ruta por usuario, al acceder a cualquier modulo del aplicativo y generar registros la ruta de acceso a los documentos

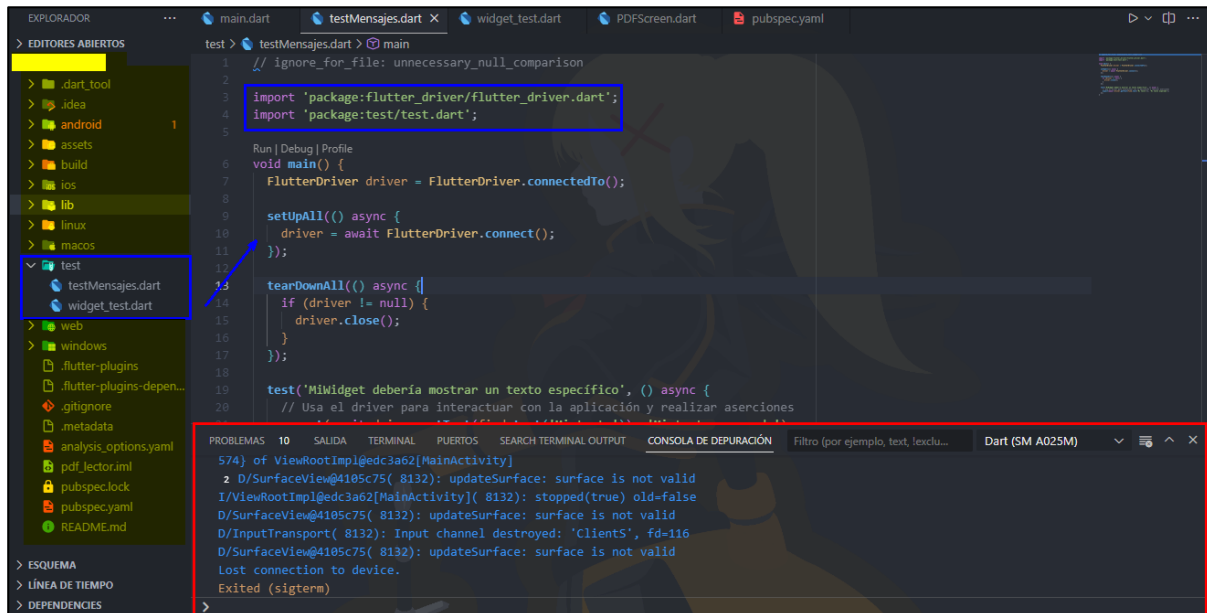
se vuelve más extensa según el módulo. Por ejemplo, suponga que el usuario crea un registro y quiere consultar su correo electrónico la ruta designada solamente sería `Usuarios>` nombreUsuario”>” Consulta”, ahora si desea consultar o agregar una nueva novilla al inventario bovino la ruta sería la siguiente `Usuarios>` nombreUsuario”>InventarioBovino>Novillas>” IdBovino”. Fuente: Propia del usuario.

Además, el proceso de desarrollo del aplicativo incluyó constantes pruebas unitarias y de escritorio que permitían constantemente evaluar los avances y funcionalidad lógica de este, así pues las *pruebas unitarias* se centraron en evaluar el funcionamiento unidades individuales de código como clases, widgets, funciones o métodos con el fin de crear escalabilidad en el desarrollo y evaluar los avances de fracciones de código con el fin de que se integrarán satisfactoriamente a la aplicación principal. Las pruebas unitarias son esenciales para la detección temprana de errores y para facilitar el mantenimiento del código a medida que evoluciona, gracias a la implementación de Flutter se logran utilizando el paquete de pruebas “Flutter_test” el cual facilita aislar secciones de código para su posterior análisis.

Por otro lado, con las *pruebas de escritorio o de integración* se evaluaron módulos completos e interacciones entre las diferentes vistas, elementos de la interfaz y acciones hacia la base de datos. Estas pruebas facilitaron evaluar el comportamiento del aplicativo para adecuarlo a las necesidades y requerimientos del cliente, se incluyeron pruebas de interfaces entre módulos, verificación de flujos de datos entre componentes y pruebas de interacción de diferentes partes del sistema. En Flutter estas pruebas también son denominada Widgets Tests las cuales se centran en probar widgets y su interacción. Se puede utilizar el paquete “flutter_test” junto con “flutter_driver” para realizar pruebas de widgets. Para visualizar el proceso de pruebas diríjase de la página 54 a la 56 del Manual del programador encontrado en el *Anexo 20*.

Figura 48

Pruebas unitarias y de escritorio



Nota: Se realizan pruebas en Flutter con Visual Studio Code: la carpeta 'test' alberga pruebas unitarias y de integración para garantizar la calidad del código y la funcionalidad de la aplicación. Fuente: Propia del usuario.

Manuales finales: Los manuales del programador y del usuario del aplicativo multiplataforma BovinApp son componentes esenciales de este proyecto. **El manual del programador** se centra en proporcionar una guía detallada para aquellos involucrados en el desarrollo, mantenimiento y mejora continua del software. Contiene información sobre la arquitectura del software, la interacción con APIs y servicios externos, herramientas de control de versiones, mejores prácticas de programación y módulos específicos del sistema, *Ver anexo 20.*

Objetivos del manual

El Manual del Programador de BovinApp tiene como objetivo proporcionar a los desarrolladores y miembros del equipo de desarrollo una guía detallada y comprensible

sobre el código, la arquitectura y las tecnologías utilizadas en la creación y mantenimiento de esta aplicación. Este manual servirá como recurso para comprender el funcionamiento interno del software y facilitará el proceso de desarrollo, pruebas y mantenimiento continuo.

Estructura del manual

El manual está estructurado de manera lógica y secuencial para que los desarrolladores puedan acceder fácilmente a la información que necesiten. A continuación, se presenta una descripción general de la estructura:

Entorno de Desarrollo: Esta sección describe cómo configurar y preparar su entorno de desarrollo para trabajar con BovinApp. Incluye instrucciones detalladas sobre la instalación de las herramientas necesarias y la configuración de los componentes esenciales.

Arquitectura del Software: Aquí se proporciona una visión general de la arquitectura de la aplicación, incluyendo el patrón de diseño utilizado (MVC), los componentes clave y la interacción entre ellos.

Tecnologías Utilizadas: Esta sección explora las tecnologías y herramientas clave utilizadas en el desarrollo de BovinApp, como el lenguaje de programación Dart, el framework Flutter y Firebase. Se detallan sus características y cómo se integran en el proyecto.

Mejores Prácticas de Programación: Ofrece directrices y prácticas recomendadas para escribir un código limpio y mantenible. Esto incluye convenciones de nomenclatura, organización de código y cómo manejar excepciones.

Desarrollo y Mantenimiento: Describe el proceso de desarrollo de nuevas características, pruebas y depuración, resolución de problemas comunes y cómo gestionar el mantenimiento y las actualizaciones.

Módulos: Describe la codificación de cada uno de los módulos trabajados en BovinApp incluyendo Mi usuario y finca, Inventario Bovino, Inventario Físico, Tareas y Metas, Fichas individuales, producción entre otras pantallas importantes.

Futuras Mejoras y Desarrollos: Presenta una visión general de las mejoras planificadas y la hoja de ruta del proyecto. También se anima a los desarrolladores a contribuir a futuras actualizaciones.

Apéndices: Contiene recursos adicionales, como un glosario de términos técnicos, preguntas frecuentes y agradecimientos al equipo de desarrollo y a los usuarios finales.

(Adaptado de, Manual de usuario BovinApp, 2023)

Figura 49

Manual del programador del aplicativo BovinApp



Nota: Este manual está diseñado para ser una herramienta valiosa para el equipo de desarrollo de BovinApp y cualquier persona interesada en comprender en profundidad cómo funciona la aplicación desde una perspectiva técnica. A medida que se avanza a través de las secciones, se encuentra información detallada y ejemplos que ayudan a contribuir al desarrollo y mantenimiento exitoso de BovinApp. Fuente: Propia del autor.

Por otro lado, el **manual del usuario** se dirige a las personas que utilizarán el aplicativo en "El Remolino". Proporciona instrucciones claras y accesibles sobre cómo aprovechar todas las funciones y características del software. Cubre aspectos como el registro y acceso a la plataforma, la navegación en la interfaz, el uso de las diferentes funcionalidades del aplicativo (gestión del ganado, producción de leche, seguimiento de ventas, etc.), además de solución de problemas comunes. *Ver anexo 21.*

Bienvenida al Manual de Usuario

¡Bienvenido a BovinApp! Estamos emocionados de tenerte como usuario y de presentarte este manual que te guiará a través de todas las funcionalidades y características de nuestra aplicación. Este manual está diseñado para hacerte sentir cómodo y seguro mientras exploras BovinApp, ya seas un ganadero experimentado o estés dando tus primeros pasos en la gestión ganadera.

Acerca de BovinApp

BovinApp es mucho más que una aplicación móvil; es una herramienta poderosa diseñada para simplificar la gestión de tu finca ganadera. Con BovinApp, podrás llevar un control preciso de tus bovinos, gestionar tu inventario de manera eficiente, registrar datos de producción, establecer y seguir metas, y mucho más. Nuestro objetivo es facilitarte la vida en la finca, ahorrarte tiempo y ayudarte a tomar decisiones informadas.

Cómo Usar Este Manual

Puedes utilizar este manual de la manera que mejor te funcione. Si eres nuevo en BovinApp, te recomendamos leerlo de principio a fin para obtener una comprensión completa de la aplicación. Si ya tienes experiencia, puedes usar este manual como referencia rápida cuando necesites ayuda con una función específica.

Estructura del Manual

Este manual está estructurado de manera lógica para que puedas aprender a usar BovinApp paso a paso. Aquí encontrarás:

Instrucciones detalladas sobre cómo instalar y configurar la aplicación en tu dispositivo móvil.

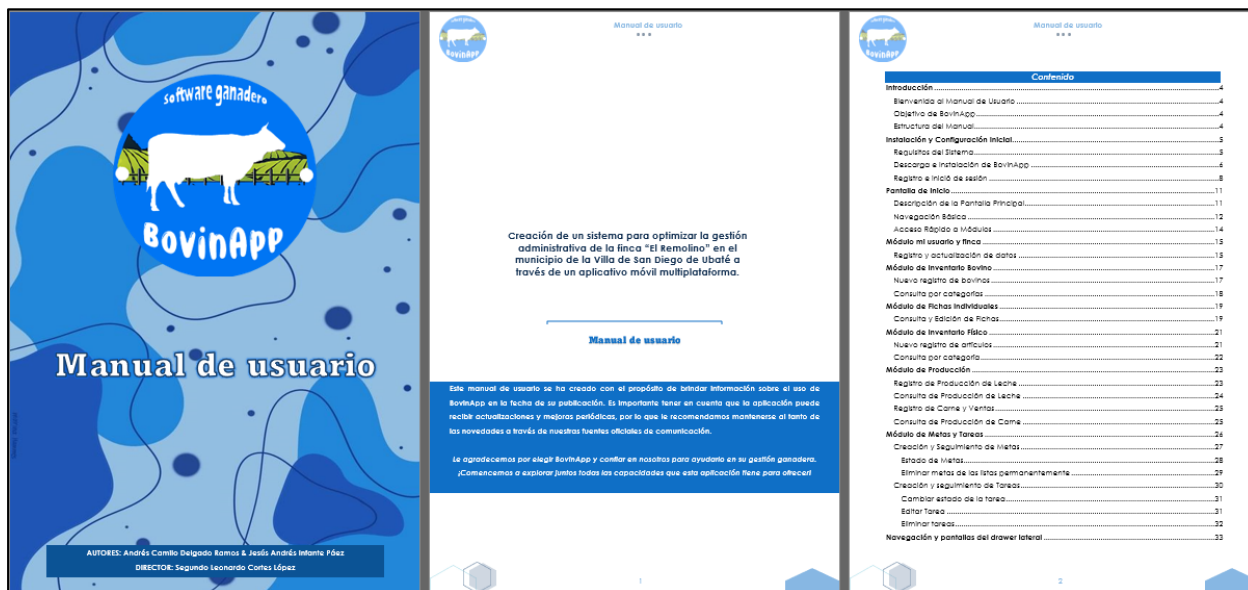
Guías para navegar por las diferentes secciones y módulos de BovinApp.

Consejos útiles y mejores prácticas para aprovechar al máximo todas las funciones.

Soluciones a problemas comunes que puedan surgir durante el uso de la aplicación. (Adaptado de, Manual de Usuario BovinApp, 2023)

Figura 50

Manual de usuario para el aplicativo BovinApp



Nota: Los manuales de usuario de aplicaciones móviles son cruciales para proporcionar a los usuarios orientación sobre cómo utilizar eficazmente la aplicación, mejorando la experiencia del usuario y reduciendo la frustración, lo que contribuye a una mayor adopción y satisfacción del usuario. Fuente: Propia del autor.

Ambos manuales son de gran importancia para la capacitación del personal en "El Remolino". El manual del usuario permite que el equipo en la finca se familiarice de manera rápida y efectiva con el aplicativo, asegurando que puedan aprovechar al máximo las capacidades del software en su trabajo diario. Por su parte, el manual del programador proporciona a los desarrolladores y administradores de TI en la finca una guía exhaustiva para mantener y personalizar el software según las necesidades específicas de "El Remolino", asegurando así que el aplicativo se mantenga actualizado y funcional a largo plazo. Ambos documentos son, por lo tanto, herramientas de apoyo cruciales para garantizar que el software se convierta en una parte integral y eficiente de las operaciones ganaderas en "El Remolino".

Implementación del aplicativo BovinApp en la Finca “El Remolino”

Capacitación: Antes de la capacitación, se diseñó un manual de usuario detallado basado en el aplicativo BovinApp. Este manual proporcionó una guía paso a paso sobre las funciones clave del software, ilustrado con capturas de pantalla y ejemplos específicos resaltando cada uno de los módulos del aplicativo y su interfaz. El manual se estructuró de manera clara y accesible, siguiendo un formato intuitivo.

Programa de Capacitación:

Sesión Inicial

Presentación de BovinApp: Se proporcionó una visión general del aplicativo, destacando su utilidad en la gestión diaria de la finca, como la propietaria de “El Remolino” participaba continuamente en el proceso de desarrollo ya disponía de conocimientos en el aplicativo y sus funcionalidades.

Objetivos de la Capacitación: Se delinearon los objetivos específicos, como el seguimiento del inventario, generación de informes, registro de metas y tareas, y en general el uso correcto de cada uno de los módulos y elementos adicionales como el drawer del aplicativo o la administración de usuario.

Exploración del Manual de Usuario

Navegación del Manual: La propietaria fue guiada a través de la estructura del manual, enfatizando la ubicación de información clave.

Preguntas Preliminares: Se alentó a la propietaria a plantear preguntas iniciales sobre las funciones que le generaban dudas, entre estas se explicó correctamente el registro de un nuevo usuario, su posterior ingreso al aplicativo y lo que se debe hacer en caso de olvidar la contraseña o recuperarla.

Figura 51*Capacitación en la finca "El Remolino"*

Nota: En la imagen, se muestra una sesión informativa donde la usuaria del aplicativo BovinApp recibe instrucciones sobre su uso. La interacción directa con la propietaria de la finca "El Remolino" fue fundamental para comprender sus necesidades y garantizar una experiencia de usuario óptima. Fuente: Propia del autor.

Demostración Práctica

Uso del Aplicativo en Dispositivo Móvil: Se proporcionó una demostración práctica del uso de BovinApp en un dispositivo móvil, simulando escenarios de la finca, para este paso cabe resaltar que se usó un usuario de prueba que se utilizó solamente para esta etapa con el fin de indicar a la propietaria como se administran los datos, como eliminarlos, modificarlos, e incluso como se debe eliminar una cuenta permanentemente. Al utilizar el usuario de prueba también se daba confianza para que ensayara el aplicativo sin temor a ejecutar acciones erróneas directamente con el usuario principal de la finca.

Interactividad: La propietaria tuvo la oportunidad de interactuar directamente con la aplicación, realizando acciones básicas bajo supervisión.

Práctica Guiada

Escenarios Específicos: Se abordaron casos prácticos específicos relacionados con la finca, como el registro de nuevos animales, seguimiento de la producción, programación de tareas, informes, asistencia técnica desde la app entre otros. Además, se creó un video tutorial explicando cada uno de los módulos, elementos de la interfaz, registro, login y en general todo el funcionamiento del aplicativo, esto con el fin de que el usuario además de una guía de lectura como el manual también cuente con un referente en cuanto a un archivo multimedia que demuestre el aplicativo en funcionamiento. *Ver anexo 23.*

Feedback Continuo: Durante esta fase, se proporcionó feedback constante para reforzar la comprensión y abordar cualquier confusión.

Sesión de Preguntas y Respuestas

Aclaración de Dudas: Se dedicó tiempo para abordar preguntas adicionales y aclarar cualquier aspecto que pudiera no estar claro.

Ejemplos Personalizados: Se discutieron ejemplos específicos relacionados con la Finca "El Remolino".

Feedback y Ajustes

Después de la capacitación, se recopiló feedback sobre la efectividad de la sesión. Se identificaron áreas que requerían más atención y se realizaron ajustes en el manual de usuario para abordar cualquier punto de confusión.

Pruebas: La fase de pruebas en el uso diario en la Finca "El Remolino" fue esencial para evaluar la eficacia y la usabilidad de BovinApp en un entorno operativo real. Este proceso involucró la participación de la propietaria, quien desempeñó un papel fundamental como usuaria clave del aplicativo.

Diseño de las Pruebas

Las pruebas se diseñaron con el objetivo de evaluar la integración del aplicativo en las operaciones diarias de la finca. Se establecieron escenarios de prueba que abordaron las funciones críticas de BovinApp, como el seguimiento del inventario, la gestión de tareas y el registro de eventos.

Metodología de las Pruebas

Registro de Actividades Diarias: En primera instancia se hace el registro del usuario, el inventario físico y bovino de la finca el “El Remolino”, posteriormente la propietaria utilizó BovinApp para registrar las actividades diarias de la finca, como la alimentación del ganado, eventos de reproducción, tareas, metas y producción.

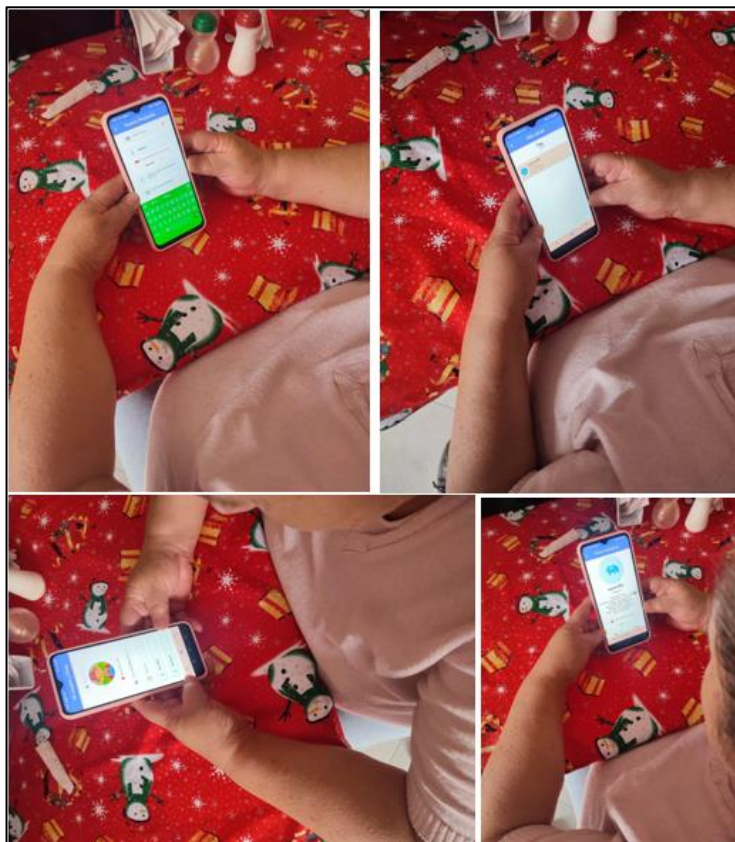
Gestión del Inventario: Se evaluó la capacidad del aplicativo para gestionar eficientemente el inventario de animales, incluida la identificación, la categorización y el seguimiento de cada uno.

Programación y Seguimiento de Tareas: Se asignaron tareas específicas a través de BovinApp, y se evaluó la facilidad con la que la propietaria programó, completó y realizó un seguimiento de estas tareas.

Sincronización de Datos: Se verificó la sincronización efectiva de datos entre dispositivos para garantizar la coherencia de la información registrada.

Figura 52

Pruebas con el usuario en "El Remolino"



Nota: La propietaria de la finca "El Remolino" utilizando la aplicación BovinApp para gestionar eficientemente la información del ganado. Estas imágenes capturan el momento en que la tecnología se fusiona con la práctica ganadera, demostrando la integración exitosa de la aplicación en el entorno cotidiano de la finca. Fuente: Propia del autor.

La fase de pruebas en el uso diario en la Finca "El Remolino" permitió no solo identificar áreas de mejora, sino también validar la capacidad de BovinApp para integrarse de manera efectiva en un entorno operativo real. La retroalimentación continua de la propietaria y los ajustes realizados durante el proceso aseguraron que el aplicativo se adaptara a las necesidades específicas de la finca, garantizando así su utilidad y aceptación a corto plazo.

Feedback y Mantenimiento: El proceso de feedback, basado en una encuesta detallada con la propietaria de la finca "El Remolino", demostró ser fundamental para la evolución y mejora continua de BovinApp. La alta calificación promedio, junto con las observaciones específicas, guio el desarrollo de la versión 1.1.0, asegurando que el aplicativo satisficiera de manera óptima las necesidades del usuario final. Este enfoque centrado en el usuario y la implementación ágil de cambios garantizan la utilidad y la aceptación continua de BovinApp en entornos ganaderos de la finca "El Remolino".

Encuesta de Feedback

Diseño de la Encuesta: Se diseñó una encuesta estructurada para evaluar diversas características de BovinApp, asignando calificaciones de 0 a 5 y permitiendo sobre característica evaluada dar una observación.

Categorías Evaluadas: La encuesta abordó aspectos como la usabilidad, la eficacia en la gestión del ganado, la interfaz de usuario, la capacidad de respuesta del aplicativo y cada módulo de forma individual.

Proceso de Evaluación: La propietaria de la finca utilizó BovinApp en sus operaciones diarias y, al final del período de prueba, completó la encuesta proporcionando calificaciones y comentarios específicos según su percepción y requerimientos del cliente solicitados en etapas iniciales del desarrollo.

Calificación Promedio: La calificación promedio obtenida fue de 4.6, indicando un alto nivel de satisfacción con la aplicación, esto también presenta en gran medida las ventajas que se obtienen al hacer partícipe al cliente en todos los procesos del ciclo de vida del software.

Aspectos Destacados: La propietaria destacó la facilidad de uso, el diseño, la precisión en el registro de datos y la utilidad en la gestión cotidiana del ganado como puntos fuertes de BovinApp.

Observaciones Detalladas: Las observaciones detalladas proporcionaron información valiosa sobre áreas específicas que podrían mejorarse, como la adición de funciones específicas y ajustes en la interfaz de usuario. La encuesta de evaluación del aplicativo en su versión 1.0.0 se puede ver en el *anexo 24*.

Proceso de Mejora

Identificación de Problemas: Se recopilaron y analizaron los comentarios y sugerencias de la encuesta para identificar problemas específicos, errores, bugs y áreas de mejora.

Priorización de Cambios: Se priorizaron los cambios y mejoras según su impacto y relevancia, asegurando que las actualizaciones abordaran las necesidades más críticas.

Desarrollo y Correcciones: Se implementaron cambios significativos, correcciones de errores y ajustes en la interfaz de usuario durante el desarrollo de la versión 1.1.0 de BovinApp, entre los módulos que fueron mejorados en cuanto a interfaz y funcionamiento fueron los de Informes de la finca, Producción, Fichas individuales y Tareas. En el *anexo 25* podrá evidenciar el comparativo entre algunos cambios de las versiones de BovinApp.

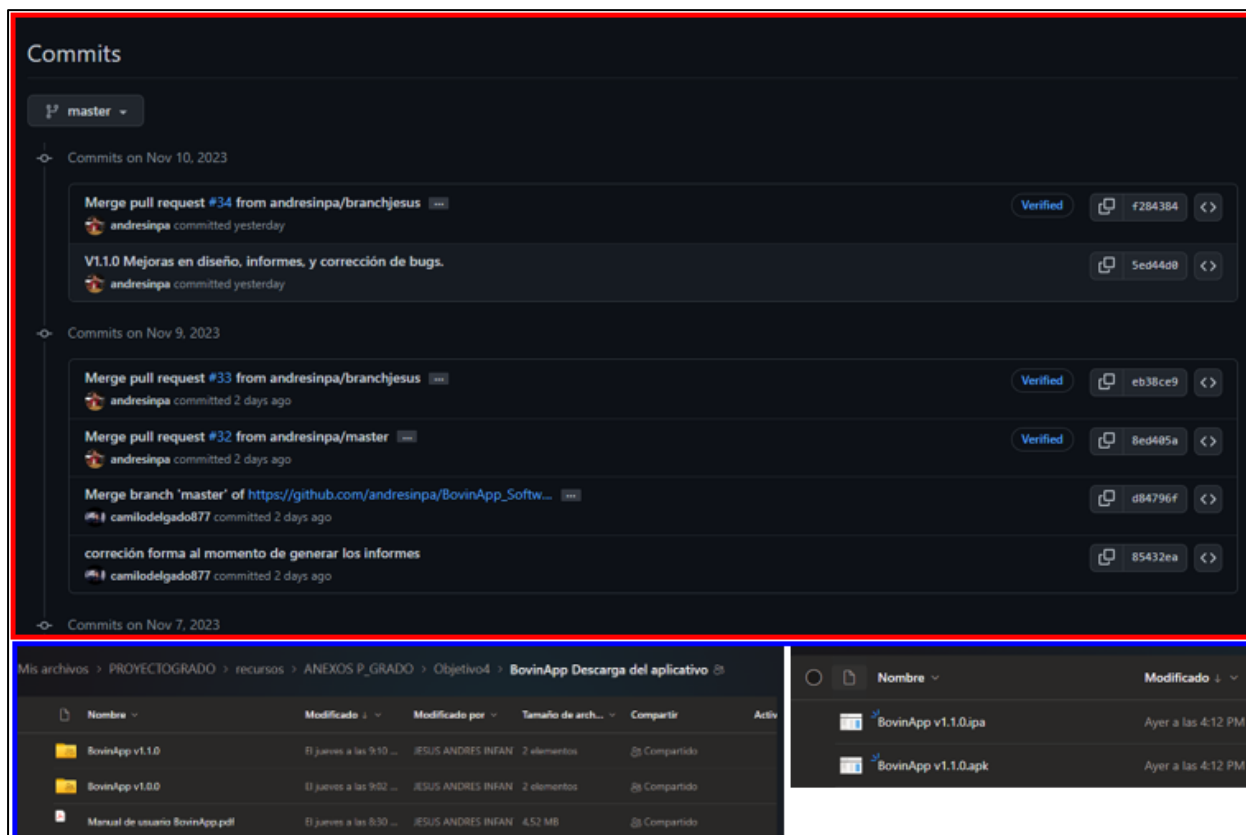
Lanzamiento de BovinApp v1.1.0

Notas de la Versión: Se documentaron todas las modificaciones y mejoras en las notas de la versión 1.1.0, proporcionando transparencia sobre los cambios realizados, el uso de GitHub en este proceso facilitó la integración de la nueva versión llevando un control de cambios desde las diferentes ramas del aplicativo.

Disponibilidad para Descarga: La versión 1.1.0 de BovinApp se puso a disposición de la propietaria de la finca “El Remolino” para su descarga, garantizando así que tuviera acceso a las últimas mejoras.

Figura 53

Control de versiones desde GitHub y lanzamiento de la versión 1.1.0



Nota: Las imágenes presentadas muestran momentos clave en el desarrollo de BovinApp. La primera, correspondiente al control de versiones en GitHub, ilustra la estructura organizada de los commits y ramificaciones que respaldan la evolución del aplicativo. La segunda captura refleja el proceso de lanzamiento de la versión 1.1.0 de BovinApp, almacenada y disponible para descarga en OneDrive. Estos pantallazos encapsulan el compromiso con las mejores prácticas de desarrollo y la accesibilidad para los usuarios finales. Fuente: Propia del autor.

El usuario y cliente de la finca “El Remolino” para finalizar la etapa de implementación y de despliegue del proyecto emitió un certificado donde se sustenta que el aplicativo hasta la fecha se ha implementado generando beneficios en cuanto a la administración de registros de inventarios, control de fichas individuales, metas, tareas y reportes de producción. Este certificado se encuentra en el *anexo 29*.

Las versiones de las aplicaciones siguen una convención de tres números, generalmente conocida como el formato "Major.Minor.Patch" o "X.Y.Z". Cada número tiene un significado específico, para el caso de BovinApp la migración a la versión 1.1.0 se dio principalmente porque el segundo número (Minor) se incrementa cuando se agregan nuevas características de una manera que aún es compatible con versiones anteriores. También puede aumentar para correcciones de errores significativas o mejoras. Las actualizaciones menores indican que se han realizado cambios, pero la aplicación sigue siendo compatible con versiones anteriores, actualizaciones como mejores en interfaz, actualizaciones de dependencias, comportamiento de algunos botones y fluidez mejorando el rendimiento del aplicativo fueron aplicadas con el fin de lanzar nuevamente la aplicación para su uso en la finca “El Remolino”, este ciclo se vuelve a repetir constantemente con el fin de lanzar versiones cada mes más sofisticadas, mejoradas, adaptadas a las nuevas tecnologías y que generan constantemente un sistema más eficiente para optimizar la gestión administrativa de la finca “El Remolino” en el municipio de la Villa de San Diego de Ubaté a través de un aplicativo móvil multiplataforma - BovinApp.

Finalmente se realizó un proceso de registro del aplicativo ante la Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA), los respectivos soportes se encuentran en el *anexo 30*.

Conclusiones

La caracterización detallada de la finca El Remolino proporcionó una comprensión completa de sus recursos, procesos y necesidades. Esto fue esencial para diseñar un aplicativo que abordó específicamente los desafíos y las oportunidades de optimización presentes en la finca.

La etapa de consulta y elección de herramientas de programación se llevó a cabo de manera cuidadosa y fundamentada. La elección de herramientas como Firebase, Flutter y Visual Studio Code se basó en criterios como escalabilidad, facilidad de uso y soporte comunitario, asegurando así un desarrollo sólido y eficiente.

La creación de un prototipo en App Inventor y las pruebas con la administradora de la finca proporcionaron valiosas retroalimentaciones. Esto permitió identificar áreas de mejora y ajustar el diseño del aplicativo para satisfacer plenamente las necesidades de la usuaria, lo que contribuirá a su adopción exitosa.

Con el 100% de despliegue del proyecto, se ha logrado crear una herramienta intuitiva y fácil de usar que permite realizar registros y consultas de manera efectiva. La comunicación continua con la usuaria final garantiza que el aplicativo se ajuste a las necesidades y expectativas de la finca.

BovinApp representa una contribución significativa al sector agropecuario al ofrecer a los ganaderos una herramienta integral para la gestión de su hato bovino. La implementación exitosa de esta aplicación demuestra cómo la tecnología puede impulsar la eficiencia y la productividad en la industria ganadera.

La usabilidad y la experiencia del usuario fueron factores primordiales en el diseño de BovinApp. La interfaz de usuario intuitiva y las características centradas en las necesidades de

los usuarios finales demuestran cómo un diseño centrado en el usuario puede mejorar la adopción y el valor de una aplicación.

Durante el proceso de desarrollo de BovinApp, se identificaron y abordaron desafíos técnicos y de gestión. Estas lecciones aprendidas, como la importancia de una planificación sólida y la flexibilidad para adaptarse a cambios inesperados, son valiosas para futuros proyectos de desarrollo de software.

Anexos

Anexo 1. Análisis de la problemática a través de causa – efecto. [Anexo1. Árbol de problemas.pdf](#)

Anexo 2. Análisis de la problemática a través de medios – fines. [Anexo2. Árbol de objetivos.pdf](#)

Anexo 3. Detección de necesidades en la ganadería del municipio. [Anexo3. Encuesta de diagnóstico a ganaderos de la región.pdf](#)

Anexo 4. Consulta sobre el manejo de registros en la ganadería en fuentes confiables. [Anexo4. Consulta de registros.pdf](#)

Anexo 5. Proceso de entrevistas, encuestas y análisis en la finca “El Remolino”. [Anexo5. Caracterización de la finca El Remolino.pdf](#)

Anexo 6. Filtración de la información entre la investigación en fuentes y caracterización de la finca. [Anexo6. Filtración de datos recolectados.pdf](#)

Anexo 7. Requerimientos Funcionales, No funcionales y limitaciones del sistema. [Anexo7. Especificación de requisitos de software IEEE-830.pdf](#)

Anexo 8. Definición del contexto y los requisitos del sistema a partir de UML. [Anexo8. Diagramación de casos de uso.pdf](#)

Anexo 9. Proceso de investigación detallado sobre las herramientas candidatas a utilizar en el desarrollo. [Anexo9. Consulta sobre herramientas de desarrollo.pdf](#)

Anexo 10. Comparativo entre las características de las 15 herramientas. [Anexo10. Comparativo entre las herramientas de desarrollo.pdf](#)

Anexo 11. Análisis de lo encontrado en el proceso de pruebas de las herramientas. [Anexo11. Pruebas con las herramientas.pdf](#)

Anexo 12. Ventajas, desventajas y recomendaciones de cada una de las herramientas a partir de los resultados de pruebas. [Anexo12. Evaluación de resultados en pruebas.pdf](#)

Anexo 13. Justificación e implementación de cada una de las herramientas seleccionadas para el desarrollo de BovinApp. [Anexo13. Justificación de las herramientas seleccionadas.pdf](#)

Anexo 14. Implementación del framework Flutter para un desarrollo multiplataforma aplicado al proyecto BovinApp. [Anexo14. Artículo Implementación de Flutter.docx](#)

Anexo 15. Descripción de forma global y visual del aspecto y funcionamiento de la app. [Anexo15. Mockup del aplicativo.pdf](#)

Anexo 16. Reporte del diseño visual y programación del prototipo de BovinApp. [Anexo16. Prototipo en App Inventor.pdf](#)

Anexo 17. Diseño final del prototipo y funcionamiento. [Anexo17. Pantallas Prototipo.pdf](#)

Anexo 18. Guía básica del funcionamiento del aplicativo para el cliente de la finca. [Anexo18. Manual de usuario del Prototipo .pdf](#)

Anexo 19. Proceso de capacitación, pruebas y feedback del prototipo con el usuario de la finca “El Remolino”. [Anexo19. Prototipo Pruebas de usuario.pdf](#)

Anexo 20. Manual dirigido a desarrolladores que desean comprender en profundidad la estructura y el funcionamiento interno de BovinApp. [Anexo20. Manual del programador.pdf](#)

Anexo 21. Manual que guiará a través de todas las funcionalidades y características de la aplicación. [Anexo21. Manual de usuario del Aplicativo.pdf](#)

Anexo 22. Video de demostración de las principales funciones de la App. [Anexo22. FuncionamientoApp.mp4](#)

Anexo 23. Video tutorial detallado para apoyo en la capacitación del usuario. [Anexo23.](#)

[Video Tutorial de BovinApp.mp4](#)

Anexo 24. Encuesta de evaluación y análisis de la implementación del aplicativo.

[Anexo24. EvaluacionAplicativo.pdf](#)

Anexo 25. Mantenimiento y transición a la versión 1.1.0 del aplicativo. [Anexo26.](#)

[Feedback y Mantenimiento del aplicativo.docx](#)

Anexo 26. Repositorio oficial con control de cambios y versiones de BovinApp.

[Anexo26. Repositorio en GitHub del aplicativo](#)

Anexo 27. Directorio para descarga del aplicativo con versiones y ejecutables para Android y IOS. [BovinApp Descarga del aplicativo](#)

Anexo 28. Planeación del proyecto, Diagrama de Gantt y Tablero Kanban. [Planeación Proyecto.xlsx](#)

Anexo 29. Certificación de desarrollo e implementación de BovinApp en la finca “El Remolino”. [Anexo29. Certificado de implementacion.pdf](#)

Anexo 30. Solicitud de registro del aplicativo en la Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA). [Anexo30. Solicitud DNDA.pdf](#)

Referencias

- Universidad Internacional de La Rioja . (22 de Julio de 2021). *4 metodologías para la gestión de proyectos que debes conocer*. colombia.unir.net: <https://colombia.unir.net/actualidad-unir/metodologias-gestion-proyectos/>
- Abaunza, I. (Enero de 27 de 2015). *Cómo proteger aplicaciones móviles o software en Colombia*. asuntoslegales.com.co: <https://www.asuntoslegales.com.co/consultorio/como-proteger-aplicaciones-moviles-o-software-en-colombia-2213836>
- Agritec Software. (2021). *Software Avanzado para la Gestión Ganadera*. Agritecsoft.com: <https://www.agritecsoft.com/es/>
- Agroshow. (2021). *Aretes para la identificación del ganado*. agroshow.info: <https://agroshow.info/productos/ganaderia/identificacion-animal/aretas-para-identificacion-del-ganado/>
- Alcaldía Una Nueva Ubaté. (2021). *Ubaté-Cundinamarca.gov.co*. Nuestro municipio: <http://www.ubate-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcaldía de Ubaté. (2021). *Nuestro municipio Ubate*. cundinamarca.gov: <http://www.ubate-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcaldía Municipal de Ubate Cundinamarca. (2021). *Nuestro municipio*. ubate-Cundinamarca.gov.co: <http://www.ubate-Cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Amazon Web Services, Inc. (2023). *¿Qué es una base de datos?* aws.amazon.com: <https://aws.amazon.com/es/what-is/database/>
- Android. (2023). *¿Qué es Android?* android.com: https://www.android.com/intl/es_es/what-is-android/

- Apple, Inc. (2023). *Xcode 15*. developer.apple.com: <https://developer.apple.com/xcode/>
- AppMaster. (1 de Septiembre de 2023). *Aplicación nativa*. appmaster.io:
<https://appmaster.io/es/glossary/aplicacion-nativa>
- Arauz Santamaría, E. E., Norato, J., Santamaría, N., & Araúz, E. E. (23 de Junio de 2020). *Importancia del inventario y agrupamiento animal para el manejo integral y eficiente de la finca lechera con énfasis en el trópico*. Agrovvet:
<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/importancia-inventario-agrupamiento-animal-t45392.htm>
- Beleño, I. (24 de Octubre de 2017). *Manual de los métodos de marcado bovino más eficaces*. Agronegocios: <https://www.agronegocios.co/ganaderia/manual-de-los-metodos-de-marcado-bovino-mas-eficaces-2623033>
- Bermeo, A. (2021). *Importancia de manejo de registros ganaderos*. procampo.com.ec:
<https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/101-importancia-de-manejo-de-registros-ganaderos>
- Bhardwaj, H. (2022). *Kotlin Vs Flutter: The Best Guide To Choose Between Them*. simplilearn.com: https://www.simplilearn.com/tutorials/kotlin-tutorial/kotlin-vs-flutter#kotlin_vs_flutter_comparison
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *bibliotecadigital.ccb.org.co*. Ubaté caracterización económica y empresarial: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2889>
- Castellanos, E. (14 de Febrero de 2021). *Git vs GitHub – ¿Qué es el Control de Versiones y Cómo Funciona?* freecodecamp.org: <https://www.freecodecamp.org/espanol/news/git-vs-github-what-is-version-control-and-how-does-it-work/>

Contexto ganadero. (11 de Octubre de 2016). *La importancia de la trazabilidad para el ganado lechero*. contextoganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-de-la-trazabilidad-para-el-ganado-lechero#:~:text=Un%20sistema%20de%20trazabilidad%20permite,en%202%3A%20interna%20y%20externa>

Contexto Ganadero. (2020). *Cinco elementos para lograr la trazabilidad bovina en Colombia*. (C. Ganadero, Ed.) ganaderia-sostenible: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-elementos-para-lograr-la-trazabilidad-bovina-en-colombia#:~:text=%E2%80%9CEn%20s%C3%ADntesis%20de%20un%20hato,Federaci%C3%B3n%20Colombiana%20de%20Ganaderos%20Fedeg%3AIn.>

Contexto Ganadero. (2021). *Revise estos 4 indicadores para tener una explotación ganadera rentable*. Federación Colombiana de Ganaderos: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/revise-estos-4-indicadores-para-tener-una-explotacion-ganadera-rentable>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2019). *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. revistacta.agrosavia.co: <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/about>

DairyComp GO. (4 de Julio de 2022). *DairyComp GO - Software de gestión*. play.google.com: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vas.dclite.prod&hl=es_MX&gl=US&pli=1

Dieker, N. (2 de Marzo de 2023). *Nativo, híbrido o multiplataforma: ¿qué elegir en 2023?* cisin.com: <https://www.cisin.com/coffee-break/es/technology/native-vs-hybrid-vs-cross-platform-what-to-choose.html>

- Divi, V. (26 de Mayo de 2020). *¿Qué es el lenguaje de programación Dart?* inlab.fib.upc.edu:
<https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-es-el-lenguaje-de-programacion-dart>
- Fedegán. (Noviembre de 2014). *Ganadería regional visión 2014-2018 Cundinamarca*. Retrieved
 29 de Mayo de 2023, from estadisticas.fedegan.org.co:
<https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=13.PlanCundinamarcaFINAL.pdf&iIdFiles=660>
- Fedegan. (2018). *Sinigán*. fedegan.org.co: <https://www.fedegan.org.co/programas/sinigan>
- Fedegan. (2021). *Hoja_de_ruta_Fedegan*. Ganadería Colombiana:
<https://www.fedegan.org.co/noticias/ganaderia-colombiana-hoja-de-ruta-2018-2022>
- Federación Colombiana de Ganaderos. (2022). *Fedegan.org.co*. Normatividad:
<https://www.fedegan.org.co/normatividad>
- Flutter Dev. (2022). *Build apps for any screen*. flutter.dev: <https://flutter.dev/>
- Flutter dev. (2022). *Flutter*. esflutter.dev: <https://esflutter.dev/>
- Fumero, A. (2017). *Arquitectura del iPhone*. . researchgate.net:
https://www.researchgate.net/figure/Figura-16-Arquitectura-del-iPhone_fig13_267795011
- Ganadero SG. (2023). *GANADERO APP para IOS y Android*. softwareganadero.com:
<https://www.softwareganadero.com/ganaderoweb.aspx>
- Ganadero, C. (2021). *La importancia de la trazabilidad para el ganado lechero*. Noticias sobre ganadería y agricultura en Colombia: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-de-la-trazabilidad-para-el-ganado-lechero#:~:text=Un%20sistema%20de%20trazabilidad%20permite,en%202%3A%20interna%20y%20externa>

- Ganadero, C. (2021). *Productores del Valle de Ubaté requieren capacitación en BPG*. Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia:
<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/productores-del-valle-de-ubate-requieren-capacitacion-en-bpg>
- GeeksforGeeks. (21 de Marzo de 2022). *MVC Framework Introduction*. [geeksforgeeks.org](https://www.geeksforgeeks.org/mvc-framework-introduction/):
<https://www.geeksforgeeks.org/mvc-framework-introduction/>
- GitHub, Inc. (2023). *GitHub*. github.com: <https://github.com/>
- GitHub, Inc. (2023). *GitHub Universe*. github.com: <https://github.com/>
- González, K. (21 de Septiembre de 2018). *Cómo administrar fincas ganaderas*. Contexto Ganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-administrar-fincas-ganaderas>
- Gonzalez, K. (2018). *Registros ganaderos en el éxito gerencial en la empresa*. [zoovetespasion.com](https://zoovetespasion.com/ganaderia/administracion-ganadera/los-registros-ganaderos): <https://zoovetespasion.com/ganaderia/administracion-ganadera/los-registros-ganaderos>
- Google Developers. (2023). *Cloud Storage para Firebase*. [firebase.google.com](https://firebase.google.com/docs/storage?hl=es-419):
<https://firebase.google.com/docs/storage?hl=es-419>
- Google Developers. (2023). *Firestore uso y límites*. [firebase.google.com](https://firebase.google.com/docs/firestore/quotas?hl=es-419):
<https://firebase.google.com/docs/firestore/quotas?hl=es-419>
- Google Developers. (2023). *Modelo de datos de Cloud Firestore*. [firebase.google.com](https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model?hl=es-419):
<https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model?hl=es-419>
- Google Group. (2022). *Cloud Firestore*. Retrieved 8 de Abril de 2023, from [firebase.google.com](https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419): <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>

- Herazo, L. (2015). *¿Qué es un aplicativo móvil?* repositorio.upsin.edu.mx:
<http://repositorio.upsin.edu.mx/Fragmentos/Capitulo2TESINAcap2172.pdf>
- Hostinger. (3 de Mayo de 2023). *Qué es un SGBD: Guía completa sobre los sistemas de gestión de bases de datos.* hostinger.co: <https://www.hostinger.co/tutoriales/sgbd>
- Laguna Rodríguez , D. (2019). *El reto de la ganadería: Implementación de las TICS.* Retrieved 28 de Mayo de 2023, from agronegocios.uniandes.edu.co:
<https://agronegocios.uniandes.edu.co/2019/10/el-reto-de-la-ganaderia-implementacion-de-las-tics/>
- Lopez, D., & Benitez, B. (2015). *Tesis Vackup.* Universidad de Cordoba.
<https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/545/1/IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20SOFTWARE%20GANADERO%20SG%20EN%20LA%20HACIENDA%20SANTA%20BARBARA.pdf>
- Maidan, G. (Diciembre de 2015). *Metodologías de desarrollo de software.* Unievrsidad Católica de Argentina: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Martín, S. (26 de Julio de 2021). *Bases de datos NoSQL : Guía definitiva.* pandorafms.com:
<https://pandorafms.com/blog/es/bases-de-datos-nosql/>
- Mexico Ganadero. (2018). *Hatox - Software Ganadero.* (Agroshow.info, Editor) Hatox.com:
<https://agroshow.info/agroexponente/hatox/>
- MINTIC - Vive Digital. (2014). *TIC en el sector Agrícola .* Mintic.gov.co. :
<https://mintic.gov.co/porta/vivedigital/612/w3-article-19492.html>
- Molano Quiroga, L. (30 de Septiembre de 2020). *Diseño de un Aplicativo Destinado a la Población Ganadera de la Jurisdicción de La Oficina De Asistencia Técnico-*

- Agropecuaria Ambiental Omataa Del Municipio De Guachetá*. repository.unad.edu.co:
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42371/lamolanoq.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mucito, M. (28 de Marzo de 2018). *¿Qué es Flutter y por qué 2018 puede ser su año?*
 codearmy.co: <https://codearmy.co/qu%C3%A9-es-flutter-y-por-qu%C3%A9-2018-puede-ser-su-a%C3%B1o-ed1c8d8ce4d3>
- Nzube, O. (12 de Julio de 2022). *How to Use Git and GitHub – Version Control Basics for Beginners*. freecodecamp.org: <https://www.freecodecamp.org/news/git-and-github-the-basics/>
- Orbit. (4 de Julio de 2023). *Arquitectura de Flutter*. linkedin.com:
<https://www.linkedin.com/pulse/arquitectura-de-flutter-orbit-software/?originalSubdomain=es>
- Perez Silverio, A. (2019). *Software para la gestión agrícola*. asesorias.com:
<https://asesorias.com/empresas/programas-gratis/software-gestion-agricola/>
- Presta, M. (30 de Septiembre de 2021). *Las 10 mejores herramientas de desarrollo de aplicaciones móviles*. blog.back4app.com: <https://blog.back4app.com/es/las-10-mejores-herramientas-de-desarrollo-de-aplicaciones-moviles/>
- Pronaca. (2021). *IMPORTANCIA DE MANEJO DE REGISTROS GANADEROS*.
 procampo.com.ec: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/101-importancia-de-manejo-de-registros-ganaderos>
- Puente, L. (17 de Abril de 2018). *Las aplicaciones multiplataforma son clave para tu negocio*.
 si-mad.com: <https://www.si-mad.com/las-aplicaciones-multiplataforma-son-clave-para-tu-negocio/>

- Quisaguano, L., Camalle, T., & Toca, J. (20 de Agosto de 2022). *Analisis comparativo de entornos de desarrollo móvil*. Revista Ciencia Latina:
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2950>
- Rackspace Technology. (2023). *¿Qué son las bases de datos NoSQL?* Retrieved 8 de Abril de 2023, from rackspace.com: <https://www.rackspace.com/es-co/library/what-is-a-nosql-database>
- Restrepo, F. (11 de Octubre de 2016). *Contexto Ganadero*. La importancia de la trazabilidad para el ganado lechero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-de-la-trazabilidad-para-el-ganado-lechero>
- Rouse, M. (17 de Junio de 2023). *DBMS (Database Management System)*. techopedia.com:
<https://www.techopedia.com/definition/24361/database-management-systems-dbms>
- Ruiz, A. (2016). *Importancia de la aplicación de TIC para el sector agropecuario*. Genbiogan:
<https://genbiogan.wixsite.com/genbiogan/single-post/2016/06/20/importancia-de-la-aplicaci%C3%B3n-de-tic-para-el-sector-agropecuario>
- Rus Arias, E. (11 de Noviembre de 2020). *Investigación mixta*. economipedia.com:
<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-mixta.html>
- Si Corvo, H. (23 de Mayo de 2021). *Modelo espiral: historia, características, etapas, ejemplo*. lifeder.com: <https://www.lifeder.com/modelo-espiral/>
- Stackscale S.L. (1 de Febrero de 2023). *Bases de datos NoSQL: características y tipos*. stackscale.com: <https://www.stackscale.com/es/blog/bases-de-datos-nosql/>
- Tesone, F. (Marzo de 2021). *Un Análisis Comparativo de Bases de Datos para Dispositivos Móviles*. Universidad Nacional de la Plata:
<https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25923w/S6R1.pdf>

Unblast. (2020). *Free Instagram Mobile Mockup (PSD)*. unblast.com: <https://unblast.com/free-instagram-mobile-mockup-2019-psd/>

Universidad de Cundinamarca. (2021). *Acuerdo No. 009 del 04 de Junio del 2021*.

ucundinamarca.edu.co:

<https://www.ucundinamarca.edu.co/investigacion/media/attachments/2022/10/11/acuerdo-009-jun-2021-se-adoptan-lineas-translocales.pdf>

Universidad de Reading (Reino Unido). (24 de Marzo de 2017). *Acerca de InterHerd+*.

interherdplus.com: <https://www.interherdplus.com/farmers/>

USATI LTDA. (Agosto de 2022). *Ganadero SG - Vacunos y Búfalos*. softwareganadero.com:

<https://www.softwareganadero.com/>

Yeeply. (2022). *Hacer un Prototipo App: Consejos y Herramientas*. yeeply.com:

<https://www.yeeply.com/blog/como-definir-tu-aplicacion-movil-hacer-prototipo-de-app/>