

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: “Desarrollo de un sistema de monitoreo de terreno en la finca La Victoria”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

AUTORES: Imbaquingo Ayala David Iván

Ormaza Montenegro Gandhi Darmell

TUTOR: MSc. Del Hierro Mosquera Milton Gabriel

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que los estudiantes Imbaquingo Ayala David Iván y Ormaza Montenegro Gandhy Darmell con el número de cédula 0402122436 y 0401897913 respectivamente han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Desarrollo de un sistema de monitoreo de terreno en la finca La Victoria"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



MSc. Del Hierro Mosquera Milton Gabriel


TUTOR

Tulcán, febrero 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingenieros en la Carrera de computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Nosotros, Imbaquingo Ayala David Iván y Ormaza Montenegro Gandhi Darmell con cédula de identidad número 0402122436 y 0401897913 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.



Imbaquingo Ayala David Iván

AUTOR



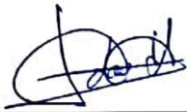
Ormaza Montenegro Gandhi Darmell

AUTOR

Tulcán, febrero de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotros Imbaquingo Ayala David Iván y Ormaza Montenegro Gandhi Darmell. Declaramos ser autores de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Desarrollo de un sistema de monitoreo de terreno en la finca La Victoria" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Imbaquingo Ayala David Iván

AUTOR



Ormaza Montenegro Gandhi Darmell

AUTOR

Tulcán, febrero 2023

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por darme día a día las fuerzas necesarias para continuar en mi camino, por brindarme sus bendiciones, sabiduría y la perseverancia suficiente para cumplir mis metas. Le agradezco infinitamente por guiarme por el bien y haberme otorgado la oportunidad de llegar hasta este momento tan importante de mi vida académica para obtener mi Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación.

A mi madre Sandra, que dio todo de ella para sacarme adelante, darme lo necesario para luchar por esta meta, el saber que su hijo pudo finalizar su etapa estudiantil. Reconocerle sus logros con este título.

A mis hermanas Carmen y Ana, por ofrecerme su ayuda en momentos duros de mi etapa estudiantil, de proveerme consejos que me ayudaron para fortalecer mi carácter para llegar en donde estoy.

A mi cuñado Israel, por estar ahí conmigo, llenándome de cumplidos, haciendo crecer mi personalidad y profesionalismo.

A mi tía Betty, por sacarme de apuros, por brindarme su sabiduría, su conocimiento, su cariño.

A mi pareja, Joselyn Mueses por ser aquella persona que ha quedado conmigo en las malas noches, darme aliento en mis tiempos de estrés. Agradezco de estar contigo.

A mi querida Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por proveerme de recursos que me ayudaron en mi transcurso estudiantil, por mis maestros que respeto desde el primer día, aquellos que transmitieron conocimiento, aquellos que impartieron su enseñanza.

Agradecimiento total al MSc. Milton Del Hierro, tutor del proyecto, por todo el apoyo constante y la orientación necesaria para el cumplimiento de esta etapa de mi vida.

David Iván Imbaquingo Ayala

AGRADECIMIENTO

"Sic parvis magna"

Plauto

A mi madre le debo mi mayor gratitud pues sin su apoyo incondicional y motivación no habría podido ser capaz de culminar esta etapa de mi vida de formación profesional, su fortaleza me ha inspirado día tras día y me ha mantenido fuerte frente a todas las adversidades.

A mi hermano le agradezco la guía que me ha brindado desde mi inicio en este proceso de formación académica, a mis abuelos les agradezco el apoyo a mi familia, los consejos y enseñanzas que guardare siempre en mi memoria. A mi padre le agradezco que pese a las adversidades ha estado presente y a mi familia por haber sido parte en formar a la persona que en la que he convertido.

Un sincero agradecimiento a mi "Universidad Politécnica Estatal del Carchi" por abrirme sus puertas del conocimiento, a mis profesores de la Carrera de Computación, por su gran enseñanza e inteligencia nos han dado lo necesario para enfrentar la vida profesional, en especial infinitas gracias a mi tutor, MSc. Milton Del Hierro, quien con gran profesionalismo me ha guiado en este proceso de titulación.

Por último, quiero agradecerle a Nathaly por alentarme continuamente a no rendirme y superar el reto más grande que se ha presentado en mi vida, por haberme acompañado en momentos complicados y por recordarme lo que soy capaz lograr cada vez que dude de mí.

A todos, gracias.

Gandhy Darmell Ormaza Montenegro

Dedicatoria

Dedico este logro completamente a mi madre por haber sido mi pilar en los días malos y buenos, ser muy comprensiva conmigo. ¡Mama esto es para ti!

David Iván Imbaquingo Ayala

Dedicatoria

A mi madre, Maira, por haber confiado en mí y haber sido el eje central de mi vida en los momentos en que más lo necesité. Todos mis logros, incluyendo este son para ti.

Gandhy Darmell Ormaza Montenegro

ÍNDICE

I.	PROBLEMA	19
	1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
	1.2. FORMULACION DE PROBLEMA	20
	1.3. JUSTIFICACIÓN	20
	1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	22
	1.4.1. <i>Objetivo General</i>	22
	1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	22
	1.4.3. <i>Preguntas de investigación</i>	22
II.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	24
	2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	24
	2.2. MARCO TEÓRICO	27
	2.2.1. <i>Agricultura de precisión</i>	27
	2.2.2. <i>Monitoreo</i>	31
	2.2.3. <i>Aplicación</i>	39
	2.2.4. <i>Framework</i>	44
	2.2.5. <i>Base de datos</i>	52
	2.2.6. <i>Redes inalámbricas</i>	59
	2.2.7. <i>Redes de sensores inalámbricas</i>	62
	2.2.8. <i>Prototipo</i>	72
III.	METODOLOGÍA	82
	3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	82
	3.1.1. Tipos de Investigación	82
	3.2. IDEA PARA DEFENDER	84
	3.3. DEFINICIÓN Y OPERALIZACIÓN DE VARIABLES	84
	3.3.1. <i>Definición de variables</i>	84
	3.3.2. <i>Operalización de variables</i>	85

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	86
3.4.1. Métodos	86
3.4.2. <i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	87
3.5. Análisis estadístico	88
3.5.1. Población y muestra	88
3.6. Recursos	93
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	96
4.1. RESULTADOS	96
4.2. PROPUESTA	138
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
5.1. Conclusiones	141
5.2. Recomendaciones	142
VI. BIBLIOGRAFÍA	143
VII. Anexos	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Terreno de cultivo de un semillero.....	30
Figura 2. Logo de Xamarin.....	45
Figura 3. Logo de Ionic	46
Figura 4. Logo de React Native	48
Figura 5. Logo de jQuery Mobile.....	49
Figura 6. Logo de Flutter.....	51
Figura 7. Gestores de base de datos	52
Figura 8. Tipos de comunicación Inalámbrica	60
Figura 9. Red de sensores inalámbricos.....	63
Figura 10. Placa Arduino nano.....	66
Figura 11. Placa NodeMCU ESP32	67
Figura 12. Placa NodeMCU ESP32	68
Figura 13. Sensor de humedad del suelo FC-28	69
Figura 14. Conexión de sensor de humedad FC-28 a microcontrolador Arduino	70
Figura 15. Sensor de temperatura DHT22	71
Figura 16. Sensor de temperatura LM35	71
Figura 17. Breadboard mediano	72
Figura 18. Cables de conexión.	72
Figura 19. Capas de la arquitectura IoT (Internet of Things).....	80
Figura 20. pH del suelo	101
Figura 21. Temperatura de cultivo de la papa	105
Figura 22. Porcentaje de humedad	109
Figura 23. Capas de arquitectura IoT	126
Figura 24. Estructura de nodo sensor	128
Figura 25. Estructura de nodo actuador.	129

Figura 26. Diagrama de casos de uso	130
Figura 27. Modelo de base de datos.....	131
Figura 28. Diagrama de autenticación de usuarios.	131
Figura 29. Diagrama de autenticación de usuarios con Storage y Firebase. ..	131
Figura 30. Diagrama de login en la aplicación móvil.	132
Figura 31. Diagrama de interfaces de la aplicación.....	132
Figura 32. Diagrama de flujo del nodo controlador	133
Figura 33. Conexión de Arduino con Flutter.....	133
Figura 34. Envío de datos de la red de sensores a la aplicación	134
Figura 35. Diseño de la página principal.....	134
Figura 36. Prueba de lectura de datos de la red de sensores en la aplicación.	135
Figura 37. Semillero de 45cm x 45 cm.	136
Figura 38. Semillero de 45cm x 45 cm.	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de sensores según su funcionamiento	64
Tabla 2. <i>Clasificación sensores naturales</i>	64
Tabla 3. Clasificación de sensores de fabricación	65
Tabla 4. Clasificación de sensores según su fabricante.....	66
Tabla 5. <i>Características de la placa Arduino Nano</i>	67
Tabla 6. <i>Características de la placa NodeMCU ESP32</i>	68
Tabla 7. <i>Características de la placa NodeMCU ESP8266</i>	69
Tabla 8. Características del sensor de humedad del suelo FC-28	70
Tabla 9. Variable independiente.....	85
Tabla 10. Variable dependiente.....	86
Tabla 11. Análisis de encuestas.....	88
Tabla 12. Recursos humanos	94
Tabla 13. Recursos financieros	94
Tabla 14. Análisis a la entrevista realizada al experto Agrónomo.....	96
Tabla 15. Rangos de temperatura para la siembra	108
Tabla 16. Rangos de humedad para la siembra	110
Tabla 17. Rangos de pH óptimos para la siembra	111
Tabla 18. Sensores	112
Tabla 19. Placas.....	113
Tabla 20. Comparación de Frameworks	114
Tabla 21. Comparación de Bases de Datos	118
Tabla 22. Asignación de roles	124
Tabla 23. Tarjeta CRC Administración de usuarios.....	127
Tabla 24. Tarjeta CRC Panel de Control	127
Tabla 25. Presupuesto del prototipo.....	138

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Actas de sustentación de Predefensa.....	151
Anexo 2: Certificado de abstrac por parte del Centro de Idiomas	153
Anexo 3: Revisión de plagio.	155
Anexo 4: Guía de la entrevista realizada al dueño y mayordomo de la finca “La Victoria”	156
Anexo 5: Guía de la entrevista realizada al experto en Agronomía	159
Anexo 6: Pruebas de desarrollo en Xamarin.....	162
Anexo 7: Pruebas en MitApp inventor con Ionic.....	163
Anexo 8: Proceso de prototipado de la red de sensores	164
Anexo 9: Prueba de rendimiento	164
Anexo 10: Flujograma del funcionamiento del sistema de monitoreo.....	165
Anexo 11: Código de la aplicación.....	166
Anexo 12: Manual de Usuario	166

RESUMEN

El proyecto de “Desarrollo de un sistema de monitoreo de terreno en la finca La Victoria” se llevó a cabo para la finca “La Victoria” que está ubicada en la comunidad de Tesalia en el Cantón Montufar. Dentro del trabajo investigativo se presenta el objetivo de desarrollar un sistema de monitoreo que recopile las propiedades del terreno mediante el uso de una red de sensores que se conecten de forma inalámbrica, y de esta manera contribuir a la para la recolección de información de las propiedades de la tierra para el desarrollo de cultivos, la presente investigación surge a causa de la problemática encontrada en la inexistencia de tecnificación en el apartado de monitoreo de cultivos, realizándose estas actividades por el presente dueño de la finca de manera empírica y manual. Se tomo como base una metodología mixta la cual se permitió sustentar la idea a defender, además de poder así describir los resultados obtenidos con el estudio dando finalmente respuesta a las preguntas de investigación. Para el desarrollo de las diferentes etapas del prototipo se usó la metodología de desarrollo en V con el modelo de arquitectura IoT (Internet of Things), se ha decidido optar por estos modelos debido a que el tema de investigación conlleva la combinación de varias tecnologías por lo que se acoplo perfectamente al proyecto, finalmente gracias a los resultados obtenidos de la implementación del aplicativo se demostró la factibilidad del sistema en la obtención de datos de parámetros del terreno.

Palabras clave: Sistema de monitoreo, Arquitectura IoT (Internet of things), metodología de desarrollo en V, red de sensores inalámbricos.

Abstract

The project "Development of a land monitoring system in the farm La Victoria" was carried out for the farm "La Victoria" which is located in the community of Tesalia in Canton Montúfar. The objective of the research work is to develop a monitoring system that collects the properties of the crop land through the use of a network of sensors that connect wirelessly, and thus contribute to the collection of information on the properties of the land for the development of crops, this research arises because of the problems encountered in the lack of technification in the crop monitoring section, performing these activities by the present owner of the farm in an empirical and manual way. A mixed methodology was used as a basis to support the idea to be defended, besides being able to describe the results obtained with the study, answering the research questions. For the development of the different stages of the prototype, the development methodology was used in V with the IoT architecture model (Internet of Things), it was decided to opt for these models because the research topic involves the combination of several technologies so it fits perfectly to the project, finally thanks to the results obtained from the implementation of the application it was demonstrated the feasibility of the system in the collection of data from land parameters.

Keywords: monitoring system, IoT (Internet of things) architecture, V-development methodology, wireless sensor network.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de integración curricular, su finalidad principal es el desarrollo de un sistema de monitoreo el cual permita analizar y de esta manera obtener los datos de las propiedades del terreno en donde se efectuará una siembra. Con ello, se percatará el uso una red de sensores inalámbricos que recopilen los factores más importantes del terreno para un crecimiento óptimo de las semillas tomando como base principal una serie de fuentes bibliográficas que nos aportaran tanto a la construcción e investigación del marco teórico.

Nuestro propósito de realizar este proyecto, surgió de la necesidad de desarrollar un sistema de monitoreo para la recolección de datos de las propiedades del terreno de un semillero para ello se realizó este prototipo que brinda la información acerca de la variación de concentraciones de parámetros específicos durante un lapso determinado o dentro un área específica, que en este caso se lo realiza en la finca "La Victoria", con el fin de establecer si terreno del semillero en donde se realizan los cultivos inicialmente cumple con los estándares propias de la planta en cuestión.

Dicho de esta manera, el proceso general de construcción del sistema se lleva a cabo mediante el método V, que se divide en cuatro niveles, y la arquitectura IoT (Internet of Things), donde se implementan cuatro niveles principales: Capa de captura, Capa de acceso, Capa de almacenamiento y Nivel de aplicación, el prototipo se construye de manera ordenada, es secuencial frente al sistema común propuesto en el proyecto. Además, en la ejecución de la capa de acceso se identificaron todos los dispositivos electrónicos que mediante una rigurosa investigación fueron aptos para la construcción de la red de sensores del sistema, donde se buscaran los factores más importantes para el desarrollo óptimo de las semillas tras su siembra, asimismo, con la siguiente capa de acceso se buscara una placa que comunique de forma eficiente los datos recopilados, el cual permitía él envío de los datos para realizar el respectivo almacenamiento. La capa de almacenamiento consta de una base de datos relacional para el guardado de los datos y finalizando se pasó a la capa de aplicación, se buscará la

plataforma y tecnología más adecuada para realizar software del sistema de monitoreo, el cual mostrará los datos de una manera ordenada y más sistemática.

Por ende, el proyecto cuenta con siete capítulos los cuales describen el desarrollo que se vino haciendo a largo de este tiempo, cabe recalcar que la investigación se fundamentó en bases a las fuentes bibliográficas de diferentes tesis de grado, artículos y revistas científicas, para de esta manera constatar su veracidad y funcionamiento. A continuación, se describirá los capítulos:

En el primer capítulo, presentamos la pregunta de investigación y sus tendencias de investigación que son la parte fundamental de la investigación, y explicamos por qué se estableció, y luego encontramos los objetivos de investigación y las preguntas de investigación. El capítulo 2, reflejamos los antecedentes de la encuesta, con similitudes con el tema propuesto, y un marco teórico que define todos los conceptos utilizados en este trabajo. En el Capítulo 3, se describirán los métodos utilizados, los tipos de estudios y las técnicas utilizadas. El Capítulo 4 describe los resultados y discusiones detallando la fase de desarrollo del sistema de monitoreo propuesto. El quinto capítulo presenta las conclusiones y sugerencias obtenidas durante la ejecución del proyecto de investigación. Finalmente, tenemos los capítulos seis y siete que muestran la bibliografía y los anexos.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Mundo, el uso de sistemas de monitoreo se ha convertido en una ayuda para el ser humano. La integración de esta tecnología en la vida cotidiana permite tanto apoyar en tareas de evaluación y análisis en el sector agrícola. Además, se notado el uso de diferentes piezas de Hardware y Software para mejorar la fiabilidad de la información recopilada, con la finalidad de mejorar la eficiencia de los cultivos antes o durante la siembra de estos.

Uno de estos sistemas de monitoreo enfocados en la agricultura es el caso del sistema de monitoreo de un Invernadero mediante una Aplicación web así, Mamani, Villalobos y Herrera (2017) describen lo siguiente:

El monitoreo se realiza gracias a la recopilación de variables climatológicas, dentro del invernadero, con microcontroladores y sensores que se instalaron en su interior, los datos son recibidos en una aplicación web por medio de internet. El control se da mediante el uso de dispositivos que tengan funcione de compatibilidad nativa, de alto voltaje y desde el sistema web. Este prototipo es posible gracias a un protocolo que permite realizar la comunicación del usuario con los dispositivos electrónicos ensamblados dentro del invernadero que se monitorea en tiempo real desde internet. El sistema fue diseñado e implementado de acuerdo con el estándar IEEE 1012 (Estándar de verificación y validación de procesos de un software) y en un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales. Los resultados fueron favorables y el sistema está completamente operativo. Las pruebas fueron observadas por un ingeniero agrícola. (p. 4).

En el Ecuador, se han visto varios sistemas de monitoreo enfocadas en el sector agrícola, que ayuden a los agricultores en el desarrollo de sus actividades, en los cuales se han encontrado problemas en procesos aparentemente ligados al uso de técnicas desactualizadas o que dependan únicamente de la experiencia del agricultor, como señalan Robalino y Sánchez. (2018) en su investigación basada en un sistema de monitoreo para para la prevención temprana de plagas y enfermedades en el cultivo, los agricultores prefieren confiar en su experiencia que trae problemas en el tratamiento de enfermedades de sus cultivos como el administrar dosis incorrectas de fungidas o realizar siembras durante periodos de alta humedad.

En el cantón Montufar podemos encontrar una finca llamada "La Victoria" en el cual cuenta con una zona para el cultivo de aproximadamente 18 hectáreas de terreno destinadas a la siembra de una variedad de plantas. Al no contar con herramientas que ayuden a mejorar la visión de las propiedades del terreno de cultivo existe un grado de especulación en cuanto a la viabilidad de la siembra de cada cultivo, de forma que nunca se está completamente seguro de que las condiciones del terreno de la siembra cuenten con los parámetros óptimos para el desarrollo de la semilla escogida lo que puede causar problemas en el desarrollo o la resistencia de la planta más adelante en su desarrollo.

1.2. FORMULACION DE PROBLEMA

El uso reducido de técnicas de monitoreo que recopile las propiedades del terreno de un semillero no permite un análisis profundo en la toma de decisiones previas a la selección de plantas de cultivo en la Fica "La Victoria" de la comunidad de Tesalia en el Cantón Montufar.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del presente trabajo de integración curricular tiene como finalidad principal el mostrar los beneficios que se consigue en utilizar las aplicaciones tecnológicas como son los sistemas de monitoreo en el sector agrícola, con ello la obtención de conocimientos acerca del desarrollo de una aplicación de monitoreo como una ayuda a la recopilación de las propiedades del terreno mediante el uso de una red de sensores. Por parte de la programación

en el cual se basa el desarrollo del proyecto, se analizarán los diferentes ambientes de desarrollo, que sean compatibles con los sensores que se utilizarán para apoyar el sistema, de tal manera se lo aplique de manera funcional y viable.

El conocimiento de datos como la humedad, pH, presión, temperatura, luminosidad, entre otros, ayudan al agricultor en la toma de decisiones previas a la siembra de un cultivo, ya que en base a esta información se puede tratar el terreno para hacer que sus características sean las óptimas para el cultivo en cuestión, o por el contrario para un cambio por otro tipo de cultivo cuyas condiciones se relacionen más con las que ofrezca el terreno al momento de recopilar los datos. Ayudando así al propietario de la finca "La Victoria" a realizar un análisis más completo del estado del terreno previo a la selección del próximo cultivo a sembrar evitando así problemas en desarrollo o resistencia de la planta más adelante.

Se tiene percatado dentro de la realización del plan de trabajo de integración curricular se contemplara la fabricación de varias piezas que constara el uso de máquinas que están encargadas al modelado 3D, por ello, se ha tenido en cuenta el uso de las herramientas que se encuentran en el laboratorio de FabLab, este centro cuenta con impresoras 3D, CNC Router y la cortadora laser, estas herramientas nos permitirán desarrollar nuestro prototipo para que el sistema de monitoreo pueda realizar su objetivo.

De esta manera, para la investigación y aplicación del proyecto se tendrá en base a los diferentes métodos de programación aprendidos, juntamente se analizarán para establecer las condiciones tanto técnicas como ambientales del lugar de estudio. Esto ayudara a resolver situaciones como la inquietud al momento de empezar un cultivo, establecer si es favorable o no, en definitiva, en el sector agrícola siempre se busca que el cultivo sea de más producción y más calidad.

La investigación del presente proyecto puede ayudar a crear un nuevo instrumento para recolectar datos, y esto se lo realizara mediante el uso de los sensores trabajando juntamente con el sistema de monitoreo, el enviar al agricultor una estadística con los datos que le provee la tierra en donde se

realizara el cultivo, datos que le abastecerán para una toma de decisión. Y con ello establecer una relación entre nuestras variables, optando que se tomara características de cada una, como la expresión de cualidades, la clasificación de atributos y la expresión de cantidad de datos.

Y finalmente se establece que este proyecto traer consigo mejoras en la forma de experimentos con más de una variable y así optar usarla como una herramienta que facilite el desarrollo práctico de la teoría y así tener una visión real del desarrollo de esta.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de monitoreo que recopile las propiedades del terreno de semilleros en la finca "La Victoria"

1.4.2. Objetivos Específicos

- Justificar teóricamente el desarrollo del sistema de monitoreo, a través del uso de fuentes bibliográficas que permitan la obtención de conocimientos sobre los beneficios del uso de un sistema de monitoreo para la toma de decisiones.
- Establecer los requerimientos necesarios para el diseño de la red de sensores inalámbricos para la captura de la información de los
- parámetros más importantes en el monitoreo del terreno de los semilleros.
- Comparar las tecnologías y herramientas para el desarrollo de un sistema de monitoreo de terreno para determinar la más apropiadas a los requerimientos de la finca "La Victoria".

1.4.3. Preguntas de investigación

- ¿Cómo se realizaría la investigación, el manejo de información, la sistematización de conceptos que nos permita sustentar la investigación que percate de los beneficios de un sistema de un sistema monitoreo para la toma de decisiones?

- ¿Qué tipo de requerimientos se necesitan para realizar un diseño de red de sensores las cuales permitan la recolección de los parámetros más importantes del terreno de los semilleros?
- ¿Cuáles son las tecnologías y herramientas para el desarrollo de un sistema monitoreo más apropiados para cumplir con los requerimientos de la Finca “La Victoria”?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el presente proyecto de integración curricular se detallan las diferentes investigaciones que se han realizado en cuanto al desarrollo de tecnología como es la robótica, para la mejora en la vida cotidiana y una ayuda al progreso de nuevas herramientas. Por este hecho, en Ecuador se ha examinado que el uso de la robótica es prácticamente escaso. Sin embargo, esto no es un impedimento para la construcción de estas tecnologías y su adaptación a nuestro ambiente.

Nuestra fundamentación teórica la hemos enfocado a investigaciones que se han realizado en proyectos de tesis, artículos científicos, entre otros. Dentro de este ámbito, se ha percatado que universidades notables del Ecuador, como lo son: Escuela Politécnica del Ejercito (ESPE), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Universidad Politécnica Salesiana (UPS), entre otras. Han desarrollado proyectos en donde interviene la robótica, de esta manera Almeida y Ochoa (2018) en su proyecto de tesis afirma que "Ecuador de forma similar a otros países en vías de desarrollo, no basa sus proyectos industriales en el desarrollo o uso de nuevas tecnologías sino en el consumo de estas únicamente (...) esto no es impedimento para que se realice la implementación de esta tecnología dentro de las universidades" (p. 21).

Dentro de la agricultura, se ha tenido bastantes avances a lo que son diseños sistemas como lo son de riego, abono, control de enfermedades, etc. De esta manera, nos hemos percatado que en nuestra zona no se ha previsto el uso de sistemas de monitoreo en sí, así García (2005) menciona en su tesis doctoral que:

El desarrollo de una arquitectura de control para robots móviles en agricultura conlleva un análisis en profundidad de las características tanto de los vehículos que se van a utilizar, como del entorno de trabajo y de los objetivos que se persiguen en el ámbito a un inexplorado de la Agricultura de Precisión. (pp. 34-35)

“Diseño y construcción de un prototipo de robot tetrápodo de semillas para leguminosas”. Fue elaborado como un proyecto de tesis de grado la Universidad de las Fuerzas Armadas, esto con el fin conocer la aplicación de la robótica en las áreas que trae consigo la automatización y la viabilidad.

El uso de redes de sensores en las actividades agrícolas de campo se considera la vanguardia de la agricultura basada en la precisión que a su vez supone un cambio de estándar en las investigaciones y el desarrollo de nuevas formas de producir cultivos de mejor calidad. En la actualidad la mayoría de las prácticas de producción en campo están centradas en el uso de equipos potentes, costosos, pesados y con capacidades de trabajo significativas. Sin embargo, varios centros de investigación y universidades están tratando de usar los beneficios que brindan los avances tecnológicos de la información sensorial y la microelectrónica para hacer un rediseño en los equipos y maquinaria agrícola. (p. 18)

“Sistema De Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y Plataformas De Internet De Las Cosas”. El desarrollo del prototipo requirió de una metodología de avance por fases, de esta forma la primera fase es la implementación que correspondía a la recolección de información, más específicamente a la identificación de variables que son datos que el prototipo debe recolectar como mínimo para conocer correctamente las variables meteorológicas. Con el fin de obtener dichas características es necesario dimensionar claramente los sensores como los módulos de comunicación para aclarar cómo se obtendrá la información y como se va a enviar y recibir en una interfaz. La siguiente fase corresponde a la recolección de datos, aquí se realiza los algoritmos necesarios para obtener datos precisos y la caracterización de una tarjeta de adquisición, además en esta fase se integran los sensores junto con la placa base adquirida y un

análisis de la energía eléctrica consumida por el prototipo. Por último, en la fase final de presentación y distribución se enfoca la responsividad y transmisión del prototipo, además de la visualización mediante una interfaz y la validación de los datos recibidos en plataformas IoT. (González, Jumbo, Quiñonez, Torres, 2017).

En la integración de sistemas de monitoreos en Universidades de elites han sido una gran cobertura para el diseño y desarrollo de estas, por ello hacemos énfasis a que los sistemas de monitoreo son importantes, pues son opciones que se los realizan con bajos costos, tienen alta eficiencia y no necesitan de una infraestructura para su funcionamiento. De esta manera, Escobar (2020) en su trabajo de titulación menciona lo siguiente:

Desarrollo de un sistema de monitoreo del IoT que analice la calidad del aire mediante el uso de una red de sensores de costo reducido colocado dentro de estaciones fijas en el campus de Sangolquí en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Las estaciones tienen una alta eficiencia energética, así como prescindir de una infraestructura compleja con la ventaja de ser de bajo costo, esto quiere decir que la transmisión de datos, así como los dispositivos de medición utilizados cuentan con los estándares necesarios. Por ende, el sistema usa redes WAN de bajo consumo para la transmisión de datos. (...) El desarrollo del proyecto se realiza por etapas. En la etapa de calibración se diseña e implementa un dispositivo de prueba con el fin de testear los sensores, teniendo en cuenta a las estaciones de monitoreo de la Universidad – ESPE como referencia. (pp. 13-14)

Conforme al uso de sistemas de monitoreo se los puede desarrollar con fines de medir el nivel de ruido ambiental, y con ello este tipo de proyectos necesitan la integración hardware, como los sensores y con ellos un software que controle estos sensores, y de esta manera el prototipo pueda determinar y efectuar precisos datos en tiempo real. Un claro ejemplo podemos ver en el trabajo de titulación de Chango (2018) menciona que su proyecto desarrollara lo siguiente:

Un sistema de monitoreo de nivel de ruido ambiental, basado en el empleo de una plataforma IoT y un dispositivo de medición integrado la transmisión de datos vía GSM.

Los avances tecnológicos junto con la aplicación de un modelo de IoT nos puede facilitar la manipulación de datos con dificultad de acceso en el pasado, siendo este un modelo innovador para su aplicación a variables que en las metrópolis se pueden utilizar. Con el uso de hardware y software libre se puede desarrollar el prototipo de medición de bajo coste, los sensores de sonido especializados se usan para el análisis de ambiente exteriores mientras que la visualización de estos datos se da mediante una interfaz web a la cual únicamente el Departamento de Gestión Ambiental tiene acceso para mantener la integridad y el control del sistema. (p. 13)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Agricultura de precisión

La agricultura es un grupo de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra y la parte de la materia prima que se dedica a ello. La agricultura comprende los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Abarca todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el propósito de hacerlo más adecuado para el crecimiento de las siembras.

La agricultura de precisión consiste en aplicar la cantidad de insumos correcta, en el lugar exacto y el momento adecuado, además se realiza una adecuación de tecnologías de información que permitan conocer las variables ambientales del área de cultivos monitoreados, esto se realiza independientemente de la ubicación del cultivo. La agricultura de precisión también ayuda a mejorar el uso de recursos económicos, mejora la actividad agrícola y producción (Ocampo y Santa Catarina, 2018). De esta manera se puede realizar una correcta gestión del terreno de cultivo, gracias a la integración de varias disciplinas, herramientas y tecnologías de la información y la comunicación con la finalidad de conocer de mejor manera las

características del terreno. En la agricultura de precisión existen distintos métodos para realizar tareas de monitorización para las plantas en distintos momentos del desarrollo los factores más importantes considerando un grupo de variables abióticas que lo afectan directamente tenemos:

- **Luz solar:** la mayoría de las plantas necesitan una cantidad adecuada de luz solar para crecer y desarrollarse. Es importante elegir un lugar para la siembra que reciba suficiente luz solar directa o indirecta.
- **Agua:** las plantas necesitan agua para sobrevivir y crecer. Antes de sembrar una planta, es importante asegurarse de que la zona de plantación tenga acceso a agua suficiente para regar la planta regularmente.
- **Suelo:** el tipo de suelo en el que se siembra la planta es importante. Algunas plantas requieren suelos ricos en nutrientes, mientras que otras prefieren suelos más arenosos o arcillosos. Es importante investigar qué tipo de suelo es el mejor para la planta que se desea sembrar.
- **Clima:** el clima es un factor importante para considerar, ya que algunas plantas pueden no sobrevivir en ciertas condiciones climáticas. Es importante elegir plantas que sean adecuadas para el clima de la zona de siembra.
- **Espacio:** algunas plantas requieren más espacio que otras para crecer adecuadamente. Es importante considerar el tamaño de la planta que se desea sembrar y elegir un lugar de siembra que le brinde suficiente espacio para crecer.
- **Época de siembra:** la época del año en que se siembra la planta es importante, ya que algunas plantas prefieren ser sembradas en ciertas épocas del año para obtener mejores resultados. Es importante investigar cuál es la mejor época para sembrar la planta que se desea.
- **Plagas y enfermedades:** algunas plantas pueden ser más susceptibles a plagas y enfermedades que otras. Es importante investigar qué plagas y enfermedades son comunes en la zona de siembra y elegir plantas que sean más resistentes a ellas o tomar medidas preventivas para evitar su aparición.

2.2.1.1. Agricultura

Según la FAO (2017), la agricultura se refiere a: "proceso que utiliza métodos que respetan el medio ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación y procesamiento" (p.14). La agricultura no sólo se ocupa del producto en cuestión, también de hace referencia al sistema que se ocupa para producir y entregar el producto final al consumidor.

La agricultura implica la selección y preparación del terreno para el cultivo, la elección de las semillas o plántulas adecuadas para cada tipo de cultivo, la aplicación de abonos y otros nutrientes al suelo para mejorar su fertilidad, la siembra, el cuidado y la cosecha de los cultivos, así como el manejo de los recursos naturales (agua, suelo, energía, entre otros) para minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente. La agricultura es una actividad clave para la seguridad alimentaria de la humanidad, y desempeña un papel fundamental en la economía de muchos países, tanto en términos de producción de alimentos como de empleo y desarrollo rural. Además, la agricultura es un campo de investigación y desarrollo científico constante, en el que se buscan nuevas tecnologías y prácticas para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y resiliencia del sistema agrícola.

2.2.1.2. Terreno

El terreno se refiere a la superficie terrestre que se encuentra en un lugar específico, incluyendo el tipo de suelo, la vegetación, la presencia de agua y otros factores que pueden ser geográficos o ambientales que influyen en su uso y potencial productividad. El terreno puede ser utilizado para diferentes fines, como la agricultura, la industria, el turismo y la conservación ambiental, entre otros. El conocimiento y la comprensión del terreno son importantes para planificar y gestionar adecuadamente su uso y evitar impactos negativos sobre el medio ambiente. El terreno es un concepto amplio que abarca diferentes aspectos de la superficie terrestre. A continuación, se describen algunos de los aspectos más relevantes del terreno:

- **Tipo de suelo:** El tipo de suelo se refiere a las características químicas, físicas y biológicas del suelo, como la textura, la estructura, la

capacidad de retener agua, el contenido de nutrientes, entre otros. El tipo de suelo es importante para la selección de cultivos, la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades.

- **Vegetación:** La vegetación se refiere a las plantas y árboles que crecen en el terreno. La vegetación es importante para la biodiversidad, la conservación del suelo y la calidad del aire.
- **Presencia de agua:** La presencia de agua en el terreno es importante para la producción agrícola, la conservación del medio ambiente y la disponibilidad de agua para el consumo humano.
- **Uso del terreno:** El uso del terreno se refiere a la actividad económica o social que se realiza en un espacio de tierra específico para la realización de una actividad como la agricultura. La planificación y el manejo adecuado del uso del suelo son importantes para prevenir la degradación ambiental y maximizar su potencial productivo.

2.2.1.3. Semillero

Es un espacio o recipiente donde se siembran y germinan las semillas de diferentes plantas, antes de ser trasplantadas a su lugar definitivo de cultivo. Un semillero es "un lugar donde se siembran y germinan las semillas de diferentes plantas, antes de ser trasplantadas a su lugar definitivo de cultivo" (Real García, 2018). El semillero es utilizado para iniciar el proceso de crecimiento de las plantas en un ambiente controlado y seguro, antes de ser expuestas a las condiciones climáticas y del suelo del lugar de cultivo definitivo.



Figura 1. Terreno de cultivo de un semillero

Fuente: García (2018). Estructura de terreno par semilleros

El semillero es utilizado comúnmente en la agricultura y la jardinería, y puede ser de diferentes tamaños y formas, desde pequeñas bandejas o macetas hasta grandes invernaderos. Los semilleros permiten controlar factores como la luz, la temperatura, la humedad y la calidad del suelo, lo que puede aumentar las posibilidades de éxito en el cultivo de las plantas. El proceso de siembra en el semillero puede estar en selección de semillas de alta calidad, la preparación del sustrato adecuado para el crecimiento de las plantas, la siembra de las semillas en el sustrato, la aplicación de agua y nutrientes, y el mantenimiento del ambiente controlado. Una vez que las plantas han alcanzado un tamaño adecuado, se pueden trasplantar al lugar de cultivo definitivo, lo que puede mejorar el rendimiento y la salud de las plantas.

2.2.1.4. Cultivos

La RAE (2021), define a la acción de cultivar como: “Dar a la tierra y a las plantas las labores necesarias para que fructifiquen”. El conocimiento de las propiedades de la tierra es fundamental para que los cultivos puedan fructificar correctamente. Los cultivos de alimentos son aquellos que se destinan para el consumo humano, como cereales, legumbres, frutas, hortalizas, entre otros. Estos cultivos son fundamentales para la alimentación humana y para la seguridad alimentaria en todo el mundo.

Los cultivos forrajeros son aquellos que se destinan para la alimentación animal, como el pasto, las plantas leguminosas y los cereales, entre otros. Estos cultivos son esenciales para la producción de carne, leche y otros productos animales. En general, los cultivos son esenciales para la subsistencia humana y animal, así como para la economía y el desarrollo sostenible de muchas regiones del mundo.

2.2.2. Monitoreo

El monitoreo no solo conlleva consigo la recolección de información si no también un análisis posterior de la misma:

La función del monitoreo es la de medir una característica en particular de cara a los resultados y objetivos formulados y con sistema de

indicadores construido previamente. Dentro de un proceso sistemático que es ejecutado mediante el uso de instrumentos en específico cuyos datos o contenido correspondan a los indicadores que se establecieron. El monitoreo está orientado al control sobre los resultados obtenidos, la responsividad asignada y la facilidad de seguimiento, con las responsabilidades repartidas por el sistema. Por consiguiente, los datos que debe brindar el sistema se utilizaran para un análisis, crítica y evaluación (UNAN, 2017).

a) Tipos de monitoreo

El monitoreo por su sentido de aplicación en diversos ámbitos y con distintos enfoques, muestra diferentes subclasificaciones para esta investigación se plantea lo siguiente:

- **Por los recursos utilizados:** clínicos, mecánicos, electrónicos, electro-mecánicos.
- **Por su tipo de intervención:** intermitente, continuo
- **Por su grado de invasión:** no invasivo, medianamente invasivo, altamente invasivo.

2.2.2.1. Por los recursos utilizados

En esta subclasificación se distinguen cuatro tipos de monitoreo, enfocados a la utilización de herramientas de un determinado tema, el monitoreo por tanto se enfoca a campos específicos. Los cuatro tipos se detallan a continuación:

- **Monitoreo Clínico**

La capacidad de decisión esta impuesta para las personas, dependiendo del área en la que se desempeñe, el monitoreo debe garantizar que la toma de decisiones cuente con la información oportuna y clara. En torno al monitoreo clínico se menciona que:

Es un seguimiento en el tiempo de Signos Clínicos presentes en una población, pudiendo ser realizado por una persona preparada y previamente capacitado, necesitando un protocolo definido que

permita obtener datos confiables en el tiempo, si posteriormente estos resultados se combinan con PCR o aislamientos permitiría un conocimiento preciso de la dinámica de la enfermedad y del agente en un rebaño, esencial para una exitosa medida de prevención y control de la enfermedad. (Camacho, 2014, pág. 3)

En este caso se establece el estado de signos clínicos de un determinado grupo, este proceso debe ser realizado por alguien cualificado para esta acción. La finalidad de este proceso es: “garantizar que el ensayo clínico es realizado, archivado y reportado de acuerdo con el protocolo, los Procedimientos Normalizados de Operación (PNO), las guías de la Buena Práctica Clínica (BPC) así como a la normativa aplicable vigente” (Novopharma, 2021). En este proceso se deben involucrar diferentes actores capaces de participar de manera activa en torno a sus características propias: “se involucran diferentes partes interesadas, tales como: el equipo investigador, el monitor y cliente” (Novopharma, 2021).

Otra de las definiciones establecidas relata que el monitoreo clínico es un instrumento o herramienta destinada a garantizar la realización de estudios con altos estándares de calidad. El objetivo de esta es que mediante estudios clínicos: “se comprueba la seguridad y eficacia de los nuevos medicamentos. Los ensayos sirven para conocer los beneficios, riesgos y condiciones bajo las cuales los medicamentos deberán ser utilizados” (ProPharma, 2021). Es así como esta definición versa sobre el bienestar de un individuo y su control a través de un diagnóstico.

➤ **Monitoreo Mecánico**

El monitoreo basa su funcionamiento en la observación de distintas variables para desarrollar alternativas en caso de ser requeridas para mejora. La finalidad de este se enfoca en la obtención de información relacionada con un tema específico en un entorno preestablecido. Se establece que: “Su implementación debe mantenerse monitoreo y vigilancia de diversos parámetros que permitan determinar el estado del sistema, con la finalidad de conducir a un óptimo manejo y evitar complicaciones” (Inzunza, 2021, pág. 142)

Otro de los aspectos a resaltar es la funcionalidad de este monitoreo debido a que puede aportar de manera directa a la gestión de un determinado proceso se establece que: "La monitorización de las propiedades mecánicas (tanto estáticas como dinámicas) del aparato respiratorio es imprescindible para el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad causante de cualquier proceso, así como para tomar las decisiones terapéuticas pertinentes" (Pérez & Mancebob, 2010).

➤ **Monitoreo electrónico**

El involucramiento de las nuevas tecnologías ha ocasionado que los seres humanos tengamos que adaptarnos a estos nuevos entornos. La utilización de distintos aparatos electrónicos para facilitar las cosas ha logrado que la sociedad se acostumbre y se adapte en torno a estos cambios. La definición de este tipo de monitoreo de acuerdo con lo que establece el Ministerio de Justicia y Paz (2020) menciona que: "es una sanción penal en sustitución de la prisión que tiene como finalidad la reinserción social de la persona" (p. 5).

Uno de los aspectos más relevantes en este tipo de monitoreo es la funcionalidad que tiene el mismo y se establece que: "el monitoreo electrónico busca evitar la masificación de las cárceles, la cual debe ser entendida como el último referente de la reinserción social" (Nájera González, 2017, pág. 112). Nájera (2017) también establece que: "la vigilancia a través de monitores electrónicos cumple funciones de control, pues mediante la colocación de los denominados brazaletes, indistintamente en el pie o en la mano, el portador se encuentra en el radio de alcance de la autoridad" (p. 112). Planteando la idea de este tipo a futuro se genera como idea de un autor esto:

El monitoreo electrónico ya no se basará en brazaletes electrónicos, sino más bien en una solución de vanguardia, autoinstalable y sin dispositivos, que interactuará a la perfección con una aplicación fácil de usar y flexible que se puede gestionar en cualquier lugar. Los programas de EM manejan todas las etapas de la rehabilitación del delincuente, desde el seguimiento en las instalaciones hasta el seguimiento basado en la ubicación al aire libre (Shelly, 2019).

En relación con los otros monitoreos planteados en esta sección el electrónico muestra ventajas comparativas en la seguridad, debido a la facilidad de control que este ejerce. Dentro de esta categoría también se presenta el monitoreo electromecánico que, si bien influye en ciertos campos, no se utilizara como referencia para este trabajo.

2.2.2.2. Por su tipo de intervención

El monitoreo depende de las acciones de quien lo realice ya sea de manera continua o a través de intervalos de tiempo, el hecho es que este dependerá o variara de acuerdo con las necesidades y especificidades del ámbito y su entorno, la visión de quien vaya a llevar a cabo el monitoreo también debe ser tomada en cuenta para la búsqueda de la mejor alternativa. Como ya se estableció esta subclasificación cuenta con tipos de monitoreo el intermitente y el continuo mismos que se detallan a continuación.

➤ Monitoreo Intermitente

La intermitencia es aquella cualidad que se utiliza para definir la paralización de un proceso en intervalos, de manera más simple la intermitencia es frenar y seguir de manera continua en determinados lapsos de tiempo alternando la una y la otra. Para el caso del monitoreo se utiliza este principio aplicado a la revisión y observación de un fenómeno. Se define a este monitoreo como: La monitorización que se realiza en un trabajo en determinados momentos. En el ámbito de la salud se ha visto este tipo de monitoreo como:

Para la monitorización intermitente, la enfermera o el médico usa un dispositivo manual para escuchar el corazón de su bebé a través de su abdomen. A veces, la enfermera o el médico usará un estetoscopio especial. La frecuencia cardíaca se revisa en momentos establecidos durante el trabajo de parto (Jones, 2022).

Este tipo de monitoreo es menos exhaustivo que el continuo, a pesar de eso se muestran grandes beneficios sobre todo en el ámbito de la salud como los establece Jones (2022); “no está conectada a cables todo el tiempo. De modo que usted puede levantarse de la cama y caminar durante el trabajo

de parto" (p. s/n). otro de los beneficios establecidos es: "Puede indicarle al médico o a la enfermera partera que el trabajo de parto puede continuar a su propio ritmo" (Jones, 2022).

Por último, dentro de este tipo de clasificación es importante considerar aquellos aspectos negativos, los mismos que si bien no aportan en beneficio del monitoreo es importante tomar en cuenta para la decisión y elección. Los riesgos de la monitorización son: "Esta clase de monitorización es muy segura. Pero hay una posibilidad de que un problema no se detecte inmediatamente" (Jones, 2022).

➤ **Monitoreo Continuo**

Este monitoreo difiere mucho del anterior debido a que este ejerce un control u observación permanente y no en periodos establecidos, buscar un monitoreo más riguroso y enfocado a la totalidad del entorno u objeto a analizar. Este está definido como aquel que:

Combina procesos de negocios y tecnología para detectar asuntos sobre el riesgo y el cumplimiento relacionados con el entorno financiero u operativo de una organización. Mediante el uso de la automatización, los programas de monitoreo continuo proporcionan a la gerencia la información crítica necesaria para tomar decisiones que sean rentables, eficientes y apropiadas para el negocio. (Quiroz, 2022)

La operatividad es fundamental debido a que es requerimiento dentro de este tipo considerando la temporalidad permanente y los esfuerzos por cumplir con lo previsto otra definición establece que: "implica el uso de datos analíticos y de retroalimentación para garantizar la funcionalidad, configuración y diseño adecuados de una aplicación" (ReclutIt, 2020). Otro de los factores a tener en cuenta dentro del monitoreo continuo es la finalidad que este maneja, misma que se detalla a continuación:

Garantizar que los programas lleven a cabo los ajustes necesarios para hacer realidad sus metas y objetivos. La expectativa es que los programas compartan sus datos de monitoreo continuo con el personal,

los Consejos de políticas y los cuerpos directivos para involucrarlos en todos los aspectos del proceso de planificación del programa (Quiroz, 2022).

El monitoreo continuo presenta características que beneficia a quien accede o aplica este tipo, conocidas como ventajas con relación a otros entre estas destacan que: “Automatiza las actividades, liberando recursos humanos para dedicarse a otros análisis más estratégicos” (Interop, 2020). La disponibilidad de personas para trabajar es una gran ventaja debido al ahorro que implica para las organizaciones. Entre las ventajas también se encuentran:

Ahorra tiempo mediante la programación y automatización de pruebas periódicas, permite una visión más profunda con un análisis proactivo, reduce la pérdida de ingresos mediante la identificación y la fijación de los problemas que se producen en el día a día de la organización (Interop, 2020).

Por último, de las ventajas más fuertes que tiene esta clasificación es que: “permite aplicar el aprendizaje automático para impulsar análisis prescriptivos y predictivos que ayuden a predecir resultados y hacer hallazgos que las personas no pueden detectar fácilmente” (Interop, 2020). La orientación hacia resultados es importante para una institución, sin embargo, la predicción de resultados garantiza beneficios a corto plazo, incrementado ganancias, y evitando riesgos.

2.2.2.3. Por su grado de invasión

La intervención de quien realiza el monitoreo es parte fundamental del proceso sin embargo este proceso bien puede alterar o no las situaciones que se observa o el entorno en el que se desarrollan. Por eso se subclasifica el monitoreo de acuerdo con el grado de invasión o al porcentaje de intromisión en el proceso en tres niveles aquel que no es nada invasivo, el que presenta un grado de invasión medio y por último el altamente invasivo, mismos que se detallan en los siguientes apartados.

➤ **Monitoreo no invasivo**

Este tipo de monitoreo no necesita una intervención constante, pero si necesita cierto tipo de intervención, no busca el involucramiento directo, sino que de manera externa al propio monitoreo. Las definiciones establecen que: "la monitorización no invasiva se refiere a el control de parámetros obtenidos por medio de técnicas mecánica como la tensión arterial (TA)" (Inzunza, 2021).

Las herramientas aplicar facultan o permiten la utilización de este tipo de monitoreo y son técnicas que dependerán del ambiente o entorno aplicar: "Las técnicas de monitoreo no invasivos que logran obtener parámetros fundamentales, ya que hoy día se cuenta con equipos tecnológicos especializados y nuevos algoritmos, que efectivamente ayuden al intensivista a monitorear eficientemente al paciente" (Moreno et al., 2021).

Por último, considerando los beneficios de este monitoreo se plantea que: El monitoreo no invasivo en todos los pacientes ayuda a la detección temprana de los cambios hemodinámicos y nos permite actuar en la prevención de complicaciones durante la administración de sustancias anestésicas y el tratamiento odontológico (Dueñas González, 2020).

➤ **Monitoreo medianamente invasivo**

En torno a este tipo de monitoreo no existe mucha información de referencia, sin embargo, ha sido utilizado sobre todo en el ámbito de salud, este monitoreo ejerce una presión media en quien lo lleva a cabo y debe ser fundamentada su utilización con recursos y procesos prácticos. Este tipo de monitoreos se caracterizan de esta forma; "Su característica común es que necesitan de la canalización de una arteria periférica, habitualmente la radial" (Almela Quilis, 2016, pág. 3).

➤ **Monitoreo altamente invasivo**

Este monitoreo plantea la intervención alta en el monitoreo, la invasión del fenómeno observado puede provocar cambios y afectar el estudio, sin embargo, en algunos casos es lo más recomendable por la complejidad del entorno u objeto de estudio.

Se habla de monitorización invasiva cuando los parámetros requeridos para la valoración del estado del paciente implican la incisión del tejido y abordar sobre el organismo para obtener la información necesaria para mantener vigilado y estable al paciente a su cargo. (Moreno et al., 2021).

Uno de los beneficios de este método es la búsqueda de las mejores oportunidades de intervención y en temas de salud el generar estabilidad en un determinado paciente como se describe en esta definición:

Este tipo de monitoreo es parte de una sumatoria de riesgo de mortalidad para el paciente crítico que ya de por sí lidia con su delicado estado multidisfuncional sistémico, sin embargo, en muchos casos también supone la mejor manera de poderle estabilizar y darle oportunidad de vida (Moreno et al., 2021).

Para finalizar en torno a los tipos de monitoreo de acuerdo al grado de invasión o inmersión en los mismos, se debe entender que no siempre se podrán utilizar para un determinado problema sino que se buscaran las fortalezas y oportunidades que brindan en relación a lo requerido: "existen diferentes técnicas de monitorización invasivas o no invasivas disponibles, que cumplen con su propósito esencial dependiendo del conocimiento y experticia de los profesionales, así como también de los recursos tecnológicos" (Moreno et al., 2021).

2.2.3. Aplicación

Una aplicación es un programa informático que a diferencia de los lenguajes de programación o a los sistemas operativos cumplen una única función es específico, así lo menciona González (2021): "Ya sea para mejorar un proceso como la contabilidad en hojas de cálculo o para asegurar la durabilidad y seguridad de registros ordenándolos en bases de datos las aplicaciones cumplen una función que se desarrolla en un equipo electrónico". Las aplicaciones se desarrollan y usan para mejorar acciones realizadas por las personas aprovechando las características del dispositivo para la que esta se desarrolla.

Las aplicaciones se diferencian por el entorno en el que se desarrollen es decir en aplicaciones Web o móviles, cada una cuenta con diferencias debido a los dispositivos y la forma en que estas se ejecutan siendo nativas o híbridas dependiendo del SO del dispositivo.

2.2.3.1. Aplicaciones móviles

Una aplicación móvil o app es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Por lo general se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles como Android, iOS, BlackBerry, Windows, entre otros. Por ello se tiene en cuenta lo siguiente:

Una aplicación es un sistema diseñado para realizar una función en específico en una plataforma definida: ordenador, dispositivos móviles, tabletas, televisores inteligentes, entre otros. Se accede a las aplicaciones mediante uno de los dispositivos mencionados anteriormente y se consideran herramientas dependiendo del uso que pueda tener la APP en cuestión. (López, 2016, p.2).

Las aplicaciones móviles entonces muestran una serie de características considerables tales como:

a) Características:

- La demanda de interfaces de usuario está centrada en volverse lo más simples posibles buscando la ayuda en la accesibilidad para usuarios con menos experiencia.
- La confianza con los usuarios es mayor en cuanto los requisitos de seguridad que se deben cumplir para publicar una aplicación en las tiendas de app de cada entorno les dan a estas aplicaciones más seguridad para usar este tipo de aplicaciones.
- Funcionamiento offline puesto que al instalarse en el dispositivo móvil la aplicación puede funcionar de forma total o limitada sin conexión a internet.

- Las actualizaciones, así como el control de versiones de la aplicación se maneja de forma más transparente con los usuarios gracias a las tiendas de app de cada sistema operativo.
- La facilidad para convertir a una app móvil para recopilar datos de los usuarios para el proceso en big data y analítica es mucho mayor al que lo haría una aplicación web.

2.2.3.2. Aplicaciones web

Las aplicaciones web son aquellas desarrolladas con lenguajes de compatibles con el desarrollo web como lo son JavaScript o CSS, la mayor ventaja con respecto al uso de este tipo de aplicaciones es la facilidad de acceso que necesita únicamente de un navegador web para correrse y la conectividad nativa con internet puesto que puede ser ejecutada desde un servidor independiente a la red del sistema donde es ejecutada. Para el acceso a estas aplicaciones es necesario el uso de un URL. (López, 2016, p.2). Así también las aplicaciones web muestran una serie de características como se ve a continuación.

a) Características:

Entre las características más destacables de las aplicaciones web tenemos:

- Ahorro de espacio en la memoria interna al no requerir de una instalación en el dispositivo.
- Es multiplataforma, pues se puede sus requisitos son únicamente tener acceso a internet y tener un navegador para que se pueda ejecutar sin complicaciones.
- No consume muchos recursos del dispositivo pues la gestión de la aplicación se hace en un servidor externo.
- Facilidad para el respaldo y comunicación de la aplicación debido a que esta debe estar en línea constantemente.
- Su acceso es considerablemente más fácil.

2.2.3.3. Aplicaciones nativas

Las aplicaciones nativas son aquellas desarrolladas para un determinado sistema operativo específicamente, este se conoce como Software Development Kit (SDK). Cada plataforma, ya sea iOS o Android cuentan con un sistema distinto. Cuando se trabaja con aplicaciones móviles a menudo se trabaja con versiones nativas para cada sistema de una misma APP. La ventaja de trabajar con versiones nativas es la gran responsividad de las diferentes características del hardware del dispositivo como: agenda, GPS, cámara o dispositivos de almacenamiento entre muchas otras. Esto mejora considerablemente la experiencia del usuario gracias a la gran responsividad del sistema. El acceso a estas aplicaciones se hace mediante las tiendas de aplicaciones que use el sistema esto ayuda a los usuarios a confiar en la aplicación pues debe cumplir con una serie de estándares para ser subida a estas plataformas. (López, 2016, p.2)

2.2.3.4. Aplicaciones Híbridas

Las aplicaciones híbridas se pueden ejecutar en 2 o más sistemas operativos pues su desarrollo se realizó adaptándose a las características de los sistemas escogidos a la vez o realizado la adaptación una vez haya culminado el desarrollo para expandirlo más sistemas.

El uso de aplicaciones nativas se ha vuelto más habitual cada vez pues el incorporar nuestra aplicación a más sistema le abre las puertas a una mayor cantidad de usuarios de los que tendríamos con una aplicación nativa, si bien el desarrollo para varios sistemas operativos podía ser una tarea complicada en el pasado, actualmente varios entornos de programación como Frameworks permiten que un mismo código pueda ejecutarse en varios sistemas con modificaciones mínimas en secciones concretas siendo ahora más que nunca más fácil el desarrollo híbrido que además nos brinda una serie de ventajas muy considerables y que no se deben dejar de lado a la hora de decidir el tipo de aplicación que desarrollaremos. (Cinde, 2018).

Siendo las mayores ventajas del desarrollo híbrido una considerable mejora en fidelización de los usuarios facilitando su uso independientemente del dispositivo, mejora en la comunicación para los usuarios, aumento de usuarios ya sea activos o recurrentes, mejoras competitivas frente a otras aplicaciones que se limitan a sistemas determinados, así como de considerables aumentos en la productividad.

2.2.3.5. Sistema informático

Un sistema informativo posee una gran variedad de conceptos, pero en esta ocasión tomaremos la definición de Llamas (2021) que respecta a lo siguiente: "Un sistema informático es aquel sistema que aúna por un lado la parte física de la informática y por otra, la parte digital o no tangible de la informática"

Los componentes de un sistema informático se lo pueden dividir según los subsistemas que posee:

- **Componentes físicos:** Se trata de un entorno relacionado con los elementos del hardware que participan en el sistema.
- **Componentes lógicos:** Engloba de nuevo, todos y cada uno de los elementos que puedan clasificarse dentro de los entornos relacionados con el software.

2.2.3.6. Interfaz Gráfica

Una interfaz es necesaria para la interacción del operador con la información recopilada y su posterior análisis:

La Interfaz Gráfica de Usuario es fundamental para una aplicación; es el rostro de nuestro sistema a la hora de que un usuario pueda interactuar con el sistema desde la pantalla más pequeña al sistema más complejo, es aquí donde se concreta la interacción hombre-máquina. (Albornoz, Berón & Montejano, 2017)

Siendo parte fundamental para la interacción entre el usuario y la aplicación, por ese motivo es importante también contar con opciones de accesibilidad

para facilitar elementos como la navegación, visualización, ingreso y lectura de información para mejorar la experiencia final del usuario.

2.2.4. Framework

Un Framework es un esquema o marco de trabajo usado por programadores para el desarrollo de software, el uso de un framework agiliza varios procesos de desarrollo como el evitar el código repetitivo, facilita las buenas prácticas y mejora la consistencia del código, así lo dice Arimetrics (2022): “Un framework es un conjunto de módulos y herramientas que puede ser usado en proyectos de desarrollo de software para facilitar la escritura del código, uno de los más utilizados es .NET para el desarrollo web”. Por lo tanto, los Frameworks pueden ser utilizados para varios tipos de desarrollo pues existen tanto para desarrollo web como móvil y se ha vuelto muy útil para no caer en malas prácticas de ingeniería de software en la escritura del código.

a) Ventajas de los Frameworks

Estas se consideran las ventajas más importantes del uso de un framework para el desarrollo de software:

- Mejora el desarrollo colaborativo al definir estándares de programación que todo el equipo debe utilizar.
- El desarrollo comunitario amplía la cantidad de información, herramientas y módulos volviendo más robusto al framework con el paso del tiempo.
- La seguridad es mayor pues grandes partes de las vulnerabilidades comunes de un lenguaje o entorno de programación son resueltas automáticamente por el framework al crear el proyecto.
- Se puede ahorrar mucho tiempo ya que el “esqueleto” del software es el punto de partida al crear un nuevo proyecto con un framework facilitando la creación ya sea de archivos requeridos para la lectura del sistema o con la importación de librerías en una sola línea de código.

2.2.4.1. Xamarin

Xamarin es un framework que ayuda a los desarrolladores con trabajos multiplataforma en móviles, Microsoft (2020), lo define como: “un único framework multiplataforma que funciona con cualquier aplicación de Xamarin.Forms, Android, iOS o UWP a la que se pueda acceder desde el código compartido, independientemente de cómo se cree la interfaz de usuario”. Este framework es una alternativa gratuita propuesta por Microsoft para competir otros frameworks de desarrollo móvil.



Figura 2. Logo de Xamarin

Fuente: Microsoft (2020) Desarrollo en Xamarin.Forms.

Estas son las principales características de Xamarin:

- **Lenguaje de programación:** utiliza el lenguaje de programación C#, que es un lenguaje orientado a objetos y muy popular en la comunidad de desarrolladores.
- **Arquitectura:** utiliza una arquitectura basada en el patrón de diseño Modelo-Vista-ViewModel (MVVM), que permite una separación clara de la lógica de negocios y la presentación de la interfaz de usuario.
- **Bibliotecas y componentes:** proporciona acceso a una amplia gama de bibliotecas y componentes de terceros, incluyendo bibliotecas de gráficos, conectividad de bases de datos, servicios de red, servicios en la nube y muchos otros.
- **Entorno de desarrollo:** está integrado con el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Microsoft, Visual Studio, lo que permite a los desarrolladores crear, depurar y probar aplicaciones Xamarin directamente desde Visual Studio.

- **Xamarin.Forms:** es un marco de interfaz de usuario que permite a los desarrolladores crear una interfaz de usuario común para múltiples plataformas, lo que reduce el tiempo y el costo de desarrollo. Xamarin.Forms utiliza XAML, un lenguaje de marcado similar a HTML, para definir la interfaz de usuario.
- **Xamarin Test Cloud:** es una plataforma de prueba automatizada que permite a los desarrolladores probar sus aplicaciones en cientos de dispositivos reales en la nube, lo que garantiza la calidad de la aplicación en una amplia variedad de dispositivos y configuraciones.
- **Licencia:** es propiedad de Microsoft y está disponible bajo una licencia comercial. Sin embargo, Microsoft ofrece una versión gratuita de Xamarin llamada Xamarin Community Edition, que proporciona acceso a muchas de las características clave de Xamarin.

2.2.4.2. Ionic

Ionic es uno de los frameworks más populares de la actualidad para el desarrollo de aplicaciones móviles, así lo menciona Moreno (2021): "Ionic es prácticamente una red de front end que facilita el desarrollo de app móviles con CSS3, JavaScript y HTML que ha sido optimizado para dispositivos de última generación". La mayor ventaja de este framework sobre los demás es la gran cantidad de elementos para interfaz predeterminados y plantillas que podemos encontrar, lo que nos permite tener un diseño estilizado sin complicarnos demasiado en el desarrollo del Código.



Figura 3. Logo de Ionic

Fuente: Ionic (2022) Ionic el Framework predilecto del desarrollo móvil.

Estos son las principales características de Ionic:

- **Lenguajes de programación:** utiliza tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript para desarrollar aplicaciones móviles híbridas.
- **Plataformas compatibles:** es compatible con las principales plataformas móviles, incluyendo iOS, Android y Windows Phone. Además, Ionic también es compatible con aplicaciones web y de escritorio.
- **Capacitor:** proporciona Capacitor, un sistema de compilación y empaquetado para aplicaciones móviles que permite a los desarrolladores acceder a las API nativas de los dispositivos móviles, como la cámara, el GPS y otros, desde el código JavaScript.
- **Componentes UI:** proporciona una amplia gama de componentes UI predefinidos, como botones, formularios, menús, tarjetas y muchos otros, que facilitan la creación de interfaces de usuario atractivas y funcionales.
- **PWA:** es compatible con Progressive Web Apps (PWA), lo que permite a los desarrolladores crear aplicaciones web que se ejecuten en dispositivos móviles y de escritorio.
- **Cordova:** utiliza Apache Cordova para acceder a las API nativas del dispositivo y empaquetar aplicaciones híbridas para su distribución en las tiendas de aplicaciones.
- **Licencia:** es de código abierto y se distribuye bajo la licencia MIT, lo que permite a los desarrolladores utilizar, modificar y distribuir el código sin restricciones. Además, Ionic también proporciona una versión comercial llamada Ionic Enterprise, que proporciona soporte y características adicionales para aplicaciones empresariales.

2.2.4.3. React Native

React Native es uno de los frameworks preferidos por empresas y Startups debido a su facilidad para el desarrollo móvil híbrido en Android y IOS, así lo menciona Moreno (2021): "React Native permite el desarrollo de aplicación de alto rendimiento en tiempos considerablemente más cortos con respecto a otros frameworks, así como ciclos de implementación más rápidos". Además, integra los beneficios de ReactJS y JavaScript y el desarrollo con lenguajes

como Java o Swift, además se menciona la facilidad para crear animaciones suaves debido a la gran capacidad de adaptación del framework.



Figura 4. Logo de React Native

Fuente: React Native (2022) Crea aplicaciones nativas para Android, iOS con React Native.

Estos son las principales características de Ionic:

- **Lenguaje de programación:** React Native utiliza el lenguaje de programación JavaScript, que es popular en la comunidad de desarrolladores web. React Native también utiliza JSX, una extensión de sintaxis de JavaScript que permite a los desarrolladores definir la interfaz de usuario de la aplicación.
- **Arquitectura:** utiliza una arquitectura basada en componentes, que permite a los desarrolladores construir aplicaciones móviles a través de componentes reutilizables. Además, React Native proporciona una separación clara de la lógica de negocios y la presentación de la interfaz de usuario.
- **Compatibilidad con dispositivos nativos:** las aplicaciones creadas con React Native se ejecutan como aplicaciones nativas en el dispositivo, lo que significa que aprovechan todas las características y funcionalidades de la plataforma de destino, como la cámara, los sensores, el GPS y otros.
- **Biblioteca de componentes:** proporciona una amplia gama de componentes UI predefinidos, como botones, formularios, menús, tarjetas y muchos otros, que facilitan la creación de interfaces de usuario atractivas y funcionales.

- **Integración con React:** se basa en el marco de trabajo React de Facebook, lo que proporciona una arquitectura sólida y modular para las aplicaciones. Además, React Native utiliza una versión modificada de React, llamada React Native, que está diseñada para trabajar con la capa de vista nativa de la aplicación.
- **Código compartido:** permite a los desarrolladores compartir el código entre las aplicaciones de iOS y Android, lo que reduce el tiempo y el costo de desarrollo. Sin embargo, debido a las diferencias en las API y la plataforma, es posible que los desarrolladores deban escribir algunos componentes específicos de la plataforma.
- **Licencia:** es de código abierto y se distribuye bajo la licencia MIT, lo que permite a los desarrolladores utilizar, modificar y distribuir el código sin restricciones. Además, React Native es apoyado por Facebook y una gran comunidad de desarrolladores, lo que garantiza un desarrollo continuo y una amplia gama de recursos y herramientas disponibles.

2.2.4.4. jQuery Mobile

Este framework con HTML5 está enfocado en la búsqueda del funcionamiento óptimo para una aplicación o sitio web. La mayor ventaja de Ionic se encuentra en que con una versión del código se puede ejecutar la aplicación en todos los dispositivos sin importar el SO que use por lo que es capaz de ejecutarse en Android, IOS o Windows. (Moreno, 2021). Por esta razón es por lo que es tan considerada por aplicaciones de bajo procesamiento, sin embargo, el uso en aplicaciones más exigentes suele descartar este framework debido a su desventaja en el rendimiento óptimo que brindan aplicaciones nativas.



Figura 5. Logo de jQuery Mobile

Fuente: jQuery (2019) La alternativa al mercado móvil de jQuery.

Estos son las principales características de jQuery:

- **Lenguaje de programación:** se basa en el lenguaje de programación JavaScript, que es un lenguaje de programación popular y ampliamente utilizado en la comunidad de desarrolladores web.
- **Manipulación del DOM:** simplifica la manipulación del DOM (Document Object Model) en una página web. Con jQuery, los desarrolladores pueden seleccionar elementos HTML y modificar su contenido, estilo y atributos con facilidad. jQuery también proporciona una amplia gama de métodos para agregar, eliminar y reorganizar elementos en el DOM.
- **Manejo de eventos:** simplifica el manejo de eventos en una página web. Con jQuery, los desarrolladores pueden agregar y eliminar fácilmente eventos como clics, cambios y desplazamientos. jQuery también proporciona una amplia gama de métodos para encadenar múltiples eventos y realizar acciones condicionales.
- **Compatibilidad con navegadores:** es compatible con la mayoría de los navegadores web modernos, incluyendo Chrome, Firefox, Safari, Internet Explorer y otros. Esto permite a los desarrolladores escribir código que funcione de manera consistente en diferentes navegadores.
- **Plugins:** proporciona una amplia gama de plugins que amplían su funcionalidad, como gráficos, efectos, animaciones y mucho más. Los desarrolladores también pueden crear sus propios plugins para extender aún más la funcionalidad de jQuery.
- **Licencia:** es de código abierto y se distribuye bajo la licencia MIT, lo que permite a los desarrolladores utilizar, modificar y distribuir el código sin restricciones. Además, jQuery es apoyado por una gran comunidad de desarrolladores, lo que garantiza un desarrollo continuo y una amplia gama de recursos y herramientas disponibles.

2.2.4.5. Flutter

Flutter encabeza las listas de desarrollo móvil en la actualidad e incluso se prevé que terminara siendo el SDK sobre el que se construirán los próximos dispositivos Android. Flutter permite el desarrollo ágil de aplicaciones para IOS y Android con una sola base de código gracias a su gran flexibilidad para el

desarrollo híbrido que puede compararse con la optimización de desarrollo nativo. (Moreno, 2021). Flutter cuenta con una base inmensa de elementos de interfaz de usuario reutilizables, así como plantillas gratuitas en su web por lo que existe una gran capacidad de personalización con este framework.



Figura 6. Logo de Flutter

Fuente: Flutter (2020) Construye tus Apps con Flutter.

Estos son las principales características de Flutter:

- **Lenguaje de programación:** utiliza el lenguaje de programación Dart, que es un lenguaje moderno y orientado a objetos. Dart fue creado por Google y se utiliza tanto para la creación de aplicaciones móviles como para la creación de aplicaciones web.
- **Compatibilidad con dispositivos nativos:** Las aplicaciones creadas con Flutter se ejecutan como aplicaciones nativas en el dispositivo, lo que significa que aprovechan todas las características y funcionalidades de la plataforma de destino, como la cámara, los sensores, el GPS y otros.
- **Biblioteca de widgets:** proporciona una amplia gama de widgets predefinidos, como botones, formularios, menús, tarjetas y muchos otros, que facilitan la creación de interfaces de usuario atractivas y funcionales. Los widgets en Flutter son personalizables y se pueden combinar de varias maneras para crear nuevas interfaces de usuario.
- **Hot Reload:** proporciona una característica llamada Hot Reload, que permite a los desarrolladores ver los cambios en tiempo real mientras escriben el código. Esto acelera el proceso de desarrollo y ayuda a los desarrolladores a detectar y solucionar problemas más rápidamente.
- **Widgets personalizados:** permite a los desarrolladores crear widgets personalizados para adaptarse a las necesidades de la aplicación. Los

widgets personalizados se pueden construir a partir de widgets predefinidos o desde cero.

- **Compatibilidad con plataformas:** es compatible con iOS, Android, web, escritorio y otros sistemas operativos. Esto permite a los desarrolladores crear aplicaciones para varias plataformas utilizando el mismo código.

Licencia: es de código abierto y se distribuye bajo la licencia BSD, lo que permite a los desarrolladores utilizar, modificar y distribuir el código sin restricciones. Además, Flutter es apoyado por Google y una gran comunidad de desarrolladores, lo que garantiza un desarrollo continuo y una amplia gama de recursos y herramientas disponibles

2.2.5. Base de datos

En el presente proyecto, se hace uso de un sistema de gestor de base de datos para almacenar los datos que sean recolectados por el prototipo, y así mismo generar la información correcta para la vista del usuario. Así Peiró (2021) define el término de la siguiente manera: “Una base de datos hace referencia al conjunto de datos o informaciones determinadas que se pueden consultar de manera ágil, y segmentando las características que se quieran destacar para concretar más la información que se pretende revisar” (p.1).



Figura 7. Gestores de base de datos

Fuente: DIARLU (2020) 21 base de datos más utilizadas por los desarrolladores.

2.2.5.1. Modelos Tradicionales

El modelo de base de datos relacional es uno de los más comunes. Este modelo es el que emplean las bases de datos relacionales y ordena los datos en tablas (relaciones) compuestas por columnas y filas.

2.2.5.2. Modelo jerárquico

Una base de datos jerárquica se conoce por mostrar los datos en una distribución de árbol inverso, por ello el sistema jerárquico es más comúnmente conocido es el sistema IMS de IBM. Esta base de datos tiene como objetivo establecer una jerarquía de fichas, de manera que cada ficha puede contener a su vez listas de otras fichas, y así sucesivamente.

2.2.5.3. Modelo de red

El modelo en red en una base de datos sale de un modelo jerárquico, sin embargo, en este caso se permiten otro tipo de relaciones como la de muchos a muchos o uno a muchos para vincular registros, usando registros múltiples principalmente. Cada conjunto reside en un registro principal y varios o un registro miembro.

2.2.5.4. Modelo relacional de objetos

Este tipo de modelo conecta el modelo de base de datos relacional con el modelo que está orientado a objetos, de esta manera funciona con un esquema parecido al modelo relacional, sin embargo, esta incluye diferentes funciones al modelo orientado a objetos, como clases, objetos propios y la herencia. Además, esto permite mejorar la escalabilidad y se permite el almacenamiento de una cantidad masiva de datos.

2.2.5.5. Modelo entidad-relación

Este tipo de modelo es conocido como el paso previo a los modelos de bases de datos relacionales, esto debido a que se trata de un diagrama que se elaboró a través de elementos básicos, así como la relación entre ellos.

2.2.5.6. My SQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos muy potente y escalable que ha sido utilizado por una amplia variedad de empresas y organizaciones en todo el mundo. Su compatibilidad con múltiples plataformas, lenguajes de

programación y herramientas de administración lo hacen una opción popular para los desarrolladores y administradores de bases de datos. Estos son algunos de los datos técnicos más relevantes:

- **Lenguajes de programación compatibles:** MySQL es compatible con una variedad de lenguajes de programación populares, incluyendo C, C++, Java, PHP, Python, Ruby, y .NET, entre otros. También proporciona conectores para cada uno de estos lenguajes de programación, lo que permite a los desarrolladores interactuar con las bases de datos MySQL desde su código.
- **Espacio en disco:** El espacio requerido por una base de datos MySQL depende de muchos factores, como el número de tablas, columnas, registros y el tipo de datos almacenados. En general, se recomienda asignar suficiente espacio en disco para manejar el crecimiento esperado de la base de datos. Además, MySQL proporciona varias herramientas y técnicas para optimizar el espacio en disco, como la compresión de tablas y la eliminación de registros antiguos.
- **Tamaño máximo de base de datos:** El tamaño máximo de una base de datos MySQL depende de la versión específica de MySQL y del sistema de archivos subyacente. En general, MySQL 8.0 admite bases de datos de hasta 2^{64} bytes (16 exabytes) en sistemas de archivos que admiten archivos grandes (LFS).
- **Sistemas operativos compatibles:** MySQL es compatible con muchos sistemas operativos populares, incluyendo Windows, Linux, macOS, Solaris, y FreeBSD. También se puede compilar e instalar en otros sistemas operativos que admitan C y C++.
- **Memoria necesaria:** La cantidad de memoria necesaria para ejecutar una instancia de MySQL depende de muchos factores, como la cantidad de usuarios conectados, el tamaño de la base de datos, las consultas realizadas y el uso de caché de consultas. En general, se recomienda asignar suficiente memoria para manejar el crecimiento esperado de la base de datos y el tráfico de consultas.
- **Escalabilidad:** MySQL está diseñado para ser escalable, lo que significa que puede manejar un alto volumen de transacciones y conexiones simultáneas de usuarios. Además, MySQL admite la replicación y la

partición de bases de datos para mejorar la escalabilidad y la disponibilidad de la base de datos.

2.2.5.7. SQLite

Esta librería que implementa un motor de base de datos SQL transaccional, que es definido por SQLite (2020). Como: “un motor de base de datos SQL transaccional, autónomo, sin servidor y sin configuración, su código es de dominio público y, por lo tanto, es de uso gratuito para cualquier propósito, comercial o privado”. Siendo este principalmente usado con el framework Xamarin.Forms que fue desarrollado por Microsoft.

SQLite es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) que se distingue por ser una biblioteca de código abierto, sin servidor y de muy bajo impacto. Aquí te presento algunos datos técnicos clave de SQLite:

- **Tamaño de archivo:** La biblioteca SQLite ocupa menos de 500 kilobytes de espacio en disco, lo que la hace ideal para dispositivos con recursos limitados.
- **Soporte de plataforma:** SQLite es compatible con una amplia gama de sistemas operativos, incluyendo Windows, macOS, Linux, Android, iOS, entre otros.
- **Lenguaje de programación:** SQLite se utiliza en combinación con muchos lenguajes de programación diferentes, incluyendo C, C++, Java, Python, Ruby, PHP, entre otros.
- **Lenguaje de consulta:** SQLite utiliza un lenguaje de consulta SQL similar a otros sistemas de gestión de bases de datos relacionales. También es compatible con algunas extensiones de SQL.
- **Características de transacción:** SQLite admite transacciones ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad), lo que significa que es capaz de garantizar la integridad y la confiabilidad de los datos almacenados.
- **Funciones adicionales:** SQLite también admite funciones adicionales, como disparadores (triggers), procedimientos almacenados y consultas

preparadas, que pueden ayudar a mejorar la eficiencia y la seguridad de la base de datos.

En general, SQLite es una base de datos ligera y altamente funcional que se puede integrar fácilmente en una amplia variedad de aplicaciones. Su capacidad para funcionar sin un servidor y su tamaño reducido hacen de SQLite una excelente opción para aplicaciones móviles y otros dispositivos con recursos limitados.

2.2.5.8. Firebase

Firebase es un servicio de bases de datos proporcionada por Google, su apartado de Autenticación se define por Firebase (2021) como: “servicios de backend, SDK fáciles de usar y bibliotecas de IU ya elaboradas para autenticar a los usuarios en tu app. Admite la autenticación mediante contraseñas, números de teléfono, proveedores de identidad federada populares, como Google, Facebook y Twitter, entre otros”. Aquí se muestran algunos datos técnicos clave de Firebase:

- **Lenguajes de programación:** Firebase es compatible con una amplia variedad de lenguajes de programación, incluyendo Java, Objective-C, Swift, JavaScript, C++ y UnityScript.
- **Servicios en la nube:** Firebase ofrece una amplia gama de servicios en la nube, incluyendo alojamiento web, autenticación de usuarios, base de datos en tiempo real, almacenamiento en la nube, análisis, mensajería en la nube, entre otros.
- **Plataformas soportadas:** Firebase es compatible con una variedad de plataformas, incluyendo iOS, Android, web y Unity.
- **Escalabilidad:** Firebase está diseñado para ser escalable, lo que significa que puede manejar aplicaciones con una gran cantidad de usuarios y tráfico de manera eficiente.
- **Seguridad:** Firebase tiene una política de seguridad sólida y proporciona herramientas de autenticación y seguridad para proteger los datos de los usuarios y las aplicaciones de los desarrolladores.

- **Despliegue fácil:** Firebase proporciona una interfaz fácil de usar para desplegar aplicaciones, lo que facilita el proceso de lanzamiento de aplicaciones.

En general, Firebase es una plataforma potente y versátil que proporciona herramientas esenciales para el desarrollo de aplicaciones móviles y web. Sus herramientas en la nube y su integración con otras plataformas populares lo hacen una opción popular para los desarrolladores que buscan una solución completa y fácil de usar para sus proyectos.

➤ **Firestore**

Google (2021) describe que: "Cloud Firestore es una base de datos NoSQL alojada en la nube a la que sus aplicaciones Apple, Android y web pueden acceder directamente a través de SDK nativos. Cloud Firestore también está disponible en los SDK nativos de Node.js, Java, Python, Unity, C++ y Go, además de las API REST y RPC. Siguiendo el modelo de datos NoSQL de Cloud Firestore, almacena datos en documentos que contienen campos que se asignan a valores. Estos documentos se almacenan en colecciones, que son contenedores para sus documentos que puede usar para organizar sus datos y crear consultas. Los documentos admiten muchos tipos de datos diferentes, desde simples cadenas y números hasta objetos complejos anidados. También puede crear subcolecciones dentro de documentos y crear estructuras de datos jerárquicas que se escalan a medida que crece su base de datos. El modelo de datos de Cloud Firestore es compatible con cualquier estructura de datos que funcione mejor para su aplicación."

Google (2021) describe que: "Cloud Storage para Firebase es un servicio de almacenamiento de objetos potente, simple y rentable creado para la escala de Google. Los SDK de Firebase para Cloud Storage agregan la seguridad de Google a las cargas y descargas de archivos para sus aplicaciones de Firebase, independientemente de la calidad de la red.

Puede usar nuestros SDK para almacenar imágenes, audio, video u otro contenido generado por el usuario. En el servidor, puede usar las API de Google Cloud Storage para acceder a los mismos archivos."

➤ **Firebase Auth**

Firebase Auth viene siendo un servicio de autenticación de usuarios tanto para el desarrollo de aplicaciones móviles y web. Con Firebase Auth, los desarrolladores pueden agregar rápida y fácilmente funciones de inicio de sesión y registro a sus aplicaciones sin preocuparse por administrar y proteger la información del usuario. Así Google (2021) describe que: “Firebase Authentication proporciona servicios de backend, SDK fáciles de usar y bibliotecas de interfaz de usuario listas para usar para autenticar a los usuarios en su aplicación. Admite la autenticación mediante contraseñas, números de teléfono, proveedores de identidad federados populares como Google, Facebook y Twitter, y más”. Aquí están algunos datos técnicos clave de Firebase Authentication:

- **Métodos de autenticación:** Firebase Authentication admite una variedad de métodos de autenticación, incluyendo correo electrónico y contraseña, autenticación de proveedores de identidad populares como Google, Facebook, Twitter, GitHub, Apple y Microsoft, además de autenticación con teléfono.
- **Soporte para múltiples plataformas:** Firebase Authentication se integra con una variedad de plataformas populares, incluyendo iOS, Android, web y Unity.
- **Implementación sencilla:** Firebase Authentication proporciona una interfaz fácil de usar y documentación completa para ayudar a los desarrolladores a integrar la autenticación de usuarios en sus aplicaciones de manera sencilla y rápida.
- **Personalización:** Firebase Authentication permite personalizar la apariencia y la funcionalidad del flujo de autenticación para que se adapte a las necesidades de la aplicación.
- **Integración con otros servicios de Firebase:** Firebase Authentication se integra con otros servicios de Firebase, como Firebase Realtime Database y Firebase Cloud Firestore, para proporcionar una solución completa para la construcción de aplicaciones.

- **Seguridad:** Firebase Authentication utiliza prácticas de seguridad sólidas para proteger las credenciales de los usuarios y garantizar la seguridad de las aplicaciones.
- **Escalabilidad:** Firebase Authentication está diseñado para ser escalable y puede manejar una gran cantidad de usuarios y tráfico de manera eficiente.

Su compatibilidad con múltiples plataformas, su personalización y su integración con otros servicios de Firebase lo hacen una opción popular para los desarrolladores que buscan agregar la autenticación de usuarios a sus aplicaciones.

2.2.6. Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas se utilizan en la informática para designar a conexión de nodos que se da por medio de ondas electromagnéticas, sin necesidad de una red cableada o alámbrica. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos. Una red inalámbrica permite la interconexión de dispositivos informáticos mediante ondas electromagnéticas sin necesidad de tener algún tipo de conexión física. El intercambio de datos se hace usando el espectro radioeléctrico (Pipa, 2019, p.17).

2.2.6.1. Comunicación inalámbrica

La comunicación inalámbrica es aquella en la que envío y recepción de información se realiza sin usar medios físicos tales como cables de comunicación, esta usa el espectro electromagnético, este tipo de tecnología tuvo un crecimiento con el uso progresivo en masa de ordenadores portátiles y teléfonos inteligentes pues la comunicación era considerablemente más cómoda para el uso en dispositivos que no tuvieran la necesidad de estar estáticos en un solo lugar como los ordenadores de escritorio (Pipa, 2019, p.23).

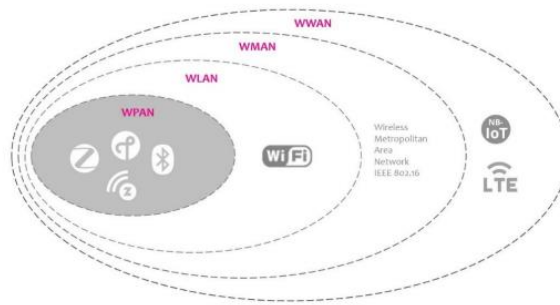


Figura 8. Tipos de comunicación Inalámbrica

Fuente: COMPUTER CONTROLS (2020) Wireless technology - types of Wireless Networks

- **Estándar IEEE 802.15 (WPAN).** - Este tipo de red se usan para cubrir distancias que van hasta los 10 metros como máximo, normalmente la distancia que un portátil alcanzaría inalámbricamente o un teléfono inteligente. Esta red comunica dispositivos peer-to-peer los cuales no necesitan velocidades de transmisión altas.
- **Estándar IEEE 802.11 (WLAN).** – Son sistemas de comunicación que se pueden encontrar dentro de un área pequeña como en los hogares, empresas, escuelas, terminales terrestres u universidades, el campo de cobertura una distancia entre los 10 y 100 m, además con la evolución de su estándar se pueden transmitir hasta 11 Mbps, cabe recalcar que este tipo de redes es una de las más usadas (Castillo, 2018).
- **Red de área corporal (WBAN).** – Son redes de computadoras pequeñas comúnmente en estas se integran sensores biométricos o módulos de radiofrecuencia. Este tipo de redes se basan en el estándar IEEE 802.15.16 que está dirigido directamente a este tipo de redes (Kaschel, Alvarado y Torres 2014).
- **Red de área metropolitana (WMAN).** - Es una red aérea que no necesita un medio físico para su transmisión de información a cambio de ello hace uso de una red de antenas que pueden comunicarse en grandes áreas geográficas entre 4 a 10 Kilómetros (Rosero, 2018).
- **Red de área extensa (WWAN).** - Esta red inalámbrica es aquella que mayor alcance de transmisión cubre respecto a las demás redes inalámbricas, entre las tecnologías que hacen uso de esta red están

GSM, GPRS, UMTS que las podemos encontrar en los teléfonos móviles (Dávila, 2018).

2.2.6.2. Estándares de comunicación inalámbrica

El protocolo IEEE 802.15.4 ha establecido criterios para la comunicación inalámbrica dentro en redes de bajas tasas de transmisión (LR-WLAN). Para el desarrollo de redes de sensores inalámbricas se recomienda el uso de este estándar debido a la baja complejidad de transmisión de datos, es de bajo costo, permite mantener un consumo bajo de energía y con velocidades de transmisión normales (Castillo, 2018). Este estándar marca los protocolos a cumplir tanto en la capa física como en la capa de enlace por lo que si se quiere añadir características extras se recomienda trabajar con las siguientes especificaciones.

- **Zigbee.** – Este protocolo de comunicación fue desarrollado por Zigbee Alliance para una comunicación inalámbrica de alto nivel, pero de bajo consumo. Este protocolo se basó en IEEE 802.15.4, que como vimos estableció parámetros de comunicación en la capa de red que mejoraba la adición considerablemente el consumo y que a su vez mejora las prestaciones para una aplicación con el uso de sensores en el desarrollo web.
- **Wifi.** – Es un estándar considerado para la comunicación de redes inalámbricas, su estándar es IEEE 802.11 que está aprobado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos ayuda a conectar nodos mediante ondas electromagnéticas sin necesidad de cables y su recepción se da con el uso de puertos (Castillo, 2018).
- **Bluetooth.** – Este estándar está dentro de las redes inalámbricas de área personal WPAN que usan IEEE 802.15.1, ya que son redes pequeñas que se conectan entre sí para el intercambio de datos y no sobrepasa la distancia de 10 metros como son altavoces, smartphones, laptops, teclados etc. La ventaja del uso de esta tecnología está, su baja latencia, y lo más importante su bajo consumo de energía (Centro Criptológico Nacional [CCN], 2018).

2.2.7. Redes de sensores inalámbricas

Estas redes son definidas por software que recoge los datos brindados por los sensores inalámbricos para ser mostrados en una interfaz gráfica que permita una lectura sencilla para el usuario final. Este tipo de redes se consideran un nuevo paradigma que simplifica la gestión de información que sustituye a la recolección de datos analógica. Este tipo de arquitectura se conoce como SDWSN, haciendo énfasis en el desarrollo del plano de datos de control y en las funcionalidades que nos dan estas arquitecturas. El desarrollo de este tipo de tecnología aún se encuentra en una fase temprana pero los beneficios que ofrece son considerables para tenerla en cuenta en la solución de problemas WSN, aunque aún debe superar los desafíos relacionados a las características de conectividad que son propias de las redes. Las principales características son los nodos sensores como el bajo consumo energético, unidades de procesamiento con capacidad limitada, tamaño reducido, memoria con la capacidad de almacenar información y facilidad para comunicarse con otros nodos distantes. Estas características permiten que los nodos sensores tengan un mayor tiempo de vida útil con respecto a dispositivos convencionales. (Amondaray, Fuentes, Calderón, 2020, p.1).

2.2.7.1. Aplicación de las redes de sensores inalámbricos

También conocidas como Wireless Sensor Network (WSN) permiten una intercomunicación tan basta que ha mejorado considerablemente la recolección de información, debido a que se ha llegado a cubrir grandes zonas en las que el acceso al ser humano es más complicado facilitando procesos con autoconfiguraciones, La aplicación se ha extendido a varias áreas como la medicina, agricultura, industria, parámetros climáticos y medioambientales y cada día se realizan proyectos que buscan su aplicación de nuevas formas o en nuevas áreas.



Figura 9. Red de sensores inalámbricos

Fuente: ORLEAN (2019) La simulación 3D y el gemelo digital en las 'smart cities'

2.2.7.2. Sensor

Los sensores son dispositivos que miden elementos definidos y que almacenan dicha información para futuros análisis.

Es un dispositivo que detecta el cambio en el entorno y responde a alguna salida en el otro sistema. Un sensor convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico medible o, una señal digital, convertido en una pantalla legible para humanos o transmitida para lectura o procesamiento adicional. (DEWE Soft, 2020).

2.2.7.3. Tipos de sensores

Los sensores son instrumentos que transforman una magnitud física como la temperatura, la presión, la luz o el sonido, en una señal eléctrica. Hay diversos tipos de sensores, cada uno creado para medir una magnitud física particular.

Según Serna, Ros, & Rico (2016), existe una gran variedad de sensores, por lo que es importante clasificarlos según su naturaleza o funcionamiento como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 1. Clasificación de sensores según su funcionamiento

Según su funcionamiento	
Moduladores o activos	<p>Se deben energizar para que puedan funcionar. La señal de salida procede de una fuente externa.</p> <hr/> <p>Su sensibilidad se puede cambiar mediante la energía de alimentación.</p>
Generadores o pasivos	<p>No necesitan de alimentación externa, sino que las propias condiciones medioambientales hacen que funcione.</p> <hr/> <p>La energía de salida proviene únicamente de la señal de entrada.</p>

Nota. Adaptado de Serna, Ros, & Rico (2016).

Tabla 2. Clasificación sensores naturales

Según la señal que se otorga	
Analógico	<p>Su salida de tensión, corriente o impedancia toma valores no discretos entre un valor máximo y uno mínimo. Su valor está en la magnitud de esta señal.</p>
Generadores o pasivos	<p>Su salida es una señal discreta.</p> <hr/> <p>Suelen tener mayor fidelidad y fiabilidad.</p>

Nota. Adaptado de Serna, Ros, & Rico (2016).

Tabla 3. Clasificación de sensores de fabricación

Según la naturaleza de su funcionamiento	
De posición, presencia, distancia	Cambian su valor de salida dependiendo del lugar que ocupa en relación con otro elemento que lo compone.
Fotoeléctricos y fotoresistivos	Su salida cambia según la luz que incide en este.
Magnéticos	Aquellos que experimentan variaciones según el campo magnético en el que está inmerso.
Temperatura	Su salida varía según la temperatura donde están.
Humedad	Experimenta variaciones en función del nivel de humedad que exista.
Presión	Miden la presión a la que son sometidos.
Movimiento	Varían según el movimiento que tienen.
Caudal	Miden el volumen de cierto líquido que pasa por este.
Químicos	Experimentan variaciones según los agentes químicos externos como gases o líquidos.

Nota. Adaptado de Serna, Ros, & Rico (2016).

Tabla 4. Clasificación de sensores según su fabricante.

Según los elementos utilizados en su fabricación
Mecánicos
Resistivos
Capacitivos (capacitores)
Inductivos (bobinas)
Piezoeléctricos
Semiconductor

Nota. Adaptado de Serna, Ros, & Rico (2016).

➤ **Arduino Nano**

El Arduino nano es un microcontrolador de pequeño tamaño capaz de realizar las tareas que realiza el Arduino uno, cuenta con conexión micro-USB, que sirve para alimentar la placa, programarla y monitorearla mediante el puerto serial.

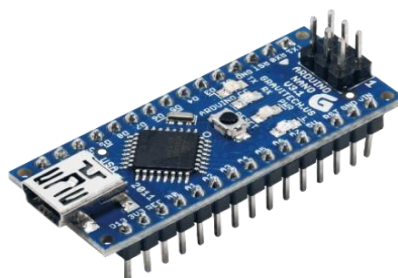


Figura 10. Placa Arduino nano.

Fuente: Isaac (2020), Arduino nano

a) Características

Tabla 5. Características de la placa Arduino Nano

Característica	Descripción
Voltaje de operación	5V
Entradas digitales	14 pines
Entradas analógicas	8 pines
Memoria flash	32 kb
Memoria SRAM	2 kb
Memoria EEPROM	1 kb
Canales PWM	6

Nota. Adaptado de Isaac (2020). Arduino nano

➤ NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 una tarjeta parecida a la de Arduino, que está especialmente dirigida hacia proyectos de internet de las cosas, ya que cuenta con un chip altamente integrado la cual tiene conectividad Wifi y Bluetooth se puede trabajar con circuitos realizados en el Breadboard.

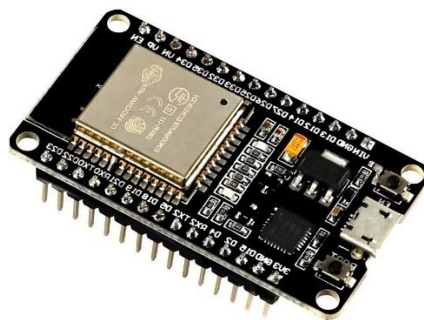


Figura 11. Placa NodeMCU ESP32

Fuente: Amazon (2020).

a) Características

Tabla 6. Características de la placa NodeMCU ESP32

Característica	Descripción
Voltaje de operación	5V
Voltaje entradas/ salidas	3.3V
Entradas digitales	17 pines
Entradas analógicas	1 pin
Memoria flash	4 MB
Memoria SRAM	2 Kb
Memoria EEPROM	1 kb
Canales PWM	6

Nota. Adaptado de Amazon (2020).

➤ **NodeMCU ESP8266 ESP-12 WiFi.**

Es una tarjeta parecida a la de arduino, que está especialmente dirigida hacia proyectos de internet de las cosas, ya que cuenta con un chip altamente integrado la cual tiene conectividad WiFi y se puede trabajar con circuitos realizados en Protoboard.



Figura 12. Placa NodeMCU ESP32

Fuente: Amazon (2020).

Tabla 7. Características de la placa NodeMCU ESP8266

Característica	Descripción
Voltaje de operación	5V
Voltaje entradas/ salidas	3V
Entradas digitales	15 pines
Entradas analógicas	1 pin
Memoria flash	4 MB
Memoria SRAM	2 Kb
Memoria EEPROM	1 kb
Canales PWM	5

Nota. Adaptado de Amazon (2020).

➤ **Sensor de humedad de suelo FC-28**

El dispositivo FC-28 es un higrómetro que captura la humedad de la tierra, la medición se realiza de forma indirecta puesto que lo que calcula directamente es la conductividad del suelo, esto considerando que el agua es un conductor de corriente la relación se calcula de forma directa es decir a mayor la cantidad de agua en el suelo mayor la conductividad registrada, al transmitir este dispositivo envía un valor análogo. La cobertura del sensor se estima en un radio de 45cm.

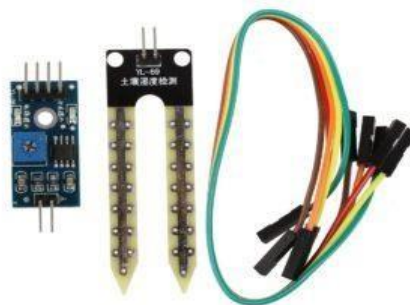


Figura 13. Sensor de humedad del suelo FC-28

Fuente: Makers (2020).

por lo cual es necesario usar la siguiente formula: $R = A \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right)$, donde R es la resistencia que envía el sensor LM35, B es la temperatura característica del material del sensor, A la constante del termistor que también varia por el material y T temperatura en grados Kelvin. La cobertura del sensor se estima en un radio de 55cm.

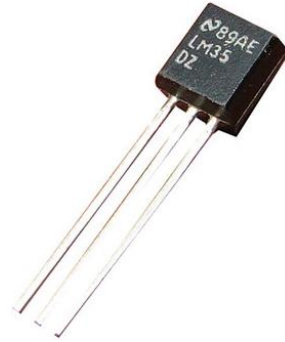


Figura 15. Sensor de temperatura DHT22

Fuente: Picunio (2020).

a) Conexión

La conexión de este sensor es bastante sencilla pues este se conecta directamente la placa Breadboard, necesitando un par de cables macho-macho y macho-hembra para ajustar el voltaje y tener una comunicación con respuestas en tiempos óptimos.

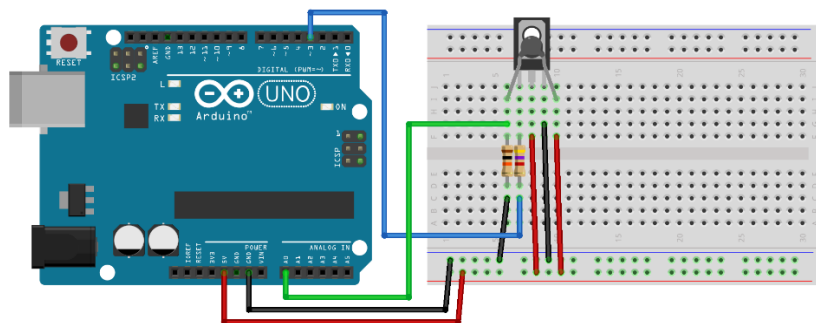


Figura 16. Sensor de temperatura LM35

Fuente: Picunio (2020).

➤ Breadboard

El Breadboard es la placa que nos permite conectar los circuitos de la red de sensores sin necesidad de soldaduras en cada placa o sensor, esto facilita las pruebas de corriente entre los circuitos que se realiza de forma más ágil. En los laterales de la placa están las bases de alimentación tanto positivo como negativo y en la parte central se encuentran las columnas conectadas entre sí, cada una se conecta de forma vertical

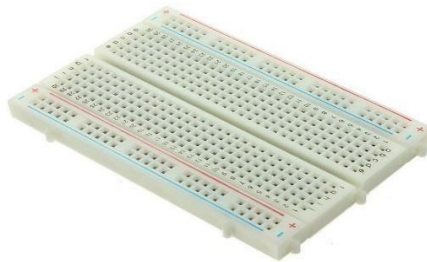


Figura 17. Breadboard mediano

Fuente: IBEROBOTICS (2020)

➤ Cables

Es un elemento indispensable que nos permite el paso de la corriente a hacia los diferentes dispositivos que se usaran dentro del circuito.



Figura 18. Cables de conexión.

Fuente: Teknistor (2019).

2.2.8. Prototipo

Un Prototipo es un modelo que será la referencia de futuros modelos de una misma cadena de producción. "Es el primer dispositivo que se fabrica y del

que se toman las ideas más relevantes para la construcción de otros diseños y representa todas las ideas en cuanto a diseño, es una simulación del producto final" (Universaria, 2016).

2.2.8.1. Tipos de prototipado

Los prototipos son capaces de mostrar un producto final sin necesidad de desarrollar la totalidad de productos. Es necesario entender que esta clasificación se subdivide en dos categorías: los prototipos dirigidos a productos físicos y los prototipos destinados a un producto digital. Esto se establece de la siguiente manera y se detalla en el siguiente apartado:

- **Prototipado para producto físico:** Prototipado 3D y otras técnicas de prototipado
- **Prototipado para producto digital:** Wireframes, mockups y maqueta / prototipo de alta fidelidad.

2.2.8.2. Prototipado para producto físico

Son todos aquellos elementos físicos y materiales que se pretende lanzar al mercado, sin embargo, la búsqueda de alternativas se limita bastante por temática de presupuesto o materiales. El prototipado para producto físico se divide en prototipos 3D y otras técnicas de prototipado como se establece a continuación.

➤ Prototipado 3D

El avance tecnológico promueve la agilización de ciertos procesos y facilita el acceso a nuevas herramientas que permiten la mejora continua. En este caso el avance tecnológico permite la rapidez en la creación de prototipos a través de la impresión 3D. de acuerdo con el concepto de este tipo de prototipo se menciona que:

Es un proceso ideal para todas las industrias del mercado, pues consiste en la elaboración prácticamente inmediata de prototipos con una impresora 3D. Sin embargo, dependiendo del contexto en que vaya a

ser aplicado, las técnicas de aplicarlo podrían variar a fin de ofrecer mejores resultados. (Domínguez, 2022)

Si bien este tipo de acciones representan costos son una gran inversión para beneficio de una empresa. Otra de las definiciones establece que: "Es el primer objeto en que se fabrica de un diseño de producto. Existe la producción tradicional como el mecanizado por CNC y el moldeo por inyección. Para la elaboración del prototipado 3D se usa tecnología de fabricación aditiva" (Domínguez, 2022). La finalidad u objetivo que tiene este tipo de prototipado versa en lo siguiente:

La fabricación de modelos para testear uno o varios aspectos del producto y así poder modificarlo en caso de ser necesario de forma ágil e inmediata hasta llegar al diseño final asegurando tanto la forma como la funcionalidad del producto. (Domínguez, 2022)

Por último, es importante destacar los beneficios o ventajas que tiene esta subclasificación, la primera de ellas es que a través de este se posibilita la creación de productos únicos e innovadores, facultando la personalización del proceso como se detalla a continuación: "permite crear geometrías complejas y orgánicas gracias a los soportes. Aunque las superficies soportadas pierdan calidad, se le puede dar un acabado superficial para mejorar su aspecto" (Domínguez, 2013).

Otro de los aspectos positivos es la rapidez debido a que: "nos permite crear piezas en unos días, a diferencia de los métodos tradicionales de prototipado que pueden tardar semanas" (Domínguez, 2022). También se destaca la reducción de residuos considerando que esta:

Las tecnologías de fabricación aditiva usan el material necesario que irá en la pieza prototipada. Las tecnologías tradicionales, como el mecanizado, van sustrayendo material que luego es desechado. Además, en caso de que una pieza no nos sirva, cada vez hay más filamentos de impresión 3D que se pueden reciclar para volver a imprimirlos. (Domínguez, 2022).

➤ **Otras técnicas de prototipado para producto físico**

El prototipado 3D es de los más utilizados y rápidos, sin embargo, a pesar de esto existen modelos distintos y diversos para realizar un prototipo al igual que distintos materiales y herramientas, dependiendo de las necesidades, entorno y presupuesto de quien desea realizar un prototipo. Se menciona que: "En muchas ocasiones, recurrir a técnicas tradicionales nos da la posibilidad de obtener un prototipo más rápido. Una de las ventajas del prototipado es poder testar y/o validar y, a veces, no se requiere de precisión para ello" (Hernández, 2022).

Las técnicas tradicionalistas se establecen en base a recursos utilizables e incluso en ocasiones creados para otros fines como la técnica de esculpir o modelar con elementos como arcilla y roca, lo que es un aspecto mucho más complicado de llevar a cabo: "Por ejemplo, en las primeras fases del diseño y desarrollo de producto, cuando solo se necesitan validar conceptos como formas, volúmenes o ergonomía, se puede recurrir a técnicas como esculpir o modelar poliestireno entre otros materiales" (Hernández, 2022).

2.2.8.3. Prototipado para producto digital

La digitalización de procesos es un cambio al cual la mayoría debemos adaptarnos y más aún las empresas y compañías que quieren permanecer a flote en el mercado. Los productos digitales en la actualidad son la mejor propuesta en el mercado y generan una gran ventaja competitiva. Dentro de este tipo de prototipos se encuentran: wireframes, mockups y maqueta / prototipo de alta fidelidad, mismos que se detallan a continuación.

➤ **Wireframes**

Este tipo de prototipos son el inicio por así decirlo de un proyecto digital, el esquema de lo que se busca a futuro con el producto digital de acuerdo con lo que establece Ruiz Rojo (2016): "Los wireframes son esquemas, en los que se representa cómo deberán distribuirse, ordenarse y relacionarse los diferentes elementos en cada una de las páginas del sitio web" (p. 45). Otro de los conceptos establece:

Un wireframe o un diagrama wireframe es una representación visual en escala de grises de la estructura y funcionalidad de una sola página web o pantalla de aplicación móvil. Los wireframes se usan en las primeras etapas del proceso de desarrollo con el fin de establecer la estructura básica de una página antes de agregar el contenido y el diseño visual, y se puede crear con papel, directamente en HTML/CSS o con aplicaciones de software. (Anónimo, Lucidchart, 2021)

Una de las principales características que definen a este prototipo es que: "Se caracterizan por tener una baja fidelidad visual, representando la interfaz en escala de grises y sin dedicar demasiado tiempo al aspecto o estética del diseño" (Herranz, 2018). Otro de los aspectos importantes a tomar en cuenta es que: "Los wireframes incluyen todos los elementos que tendrá el producto final, aunque a nivel de detalle visual no estén aún definidos" (Herranz, 2018).

El objetivo primordial de estos es lograr que a través de estos: "comprender y representar la interacción entre humano y máquina y cómo debería de responder el sistema y cada uno de los elementos que lo componen" (Arias Del Prado, 2020). Entre los propósitos de este tipo se encuentran el garantizar que el sitio o aplicación se desarrolle de acuerdo con la idea contemplada en inicio, este propósito trata de:

Ver las funciones claramente con mínima influencia creativa permite a los interesados centrarse en otros aspectos del proyecto. La creación de wireframes establece expectativas sobre cómo se implementarán las funciones, mostrando cómo funcionarán, dónde estarán ubicadas y cuántos beneficios ofrecerán. Se puede eliminar una función porque no se adecúa a los objetivos de tu página web. (Herranz, 2018)

Entre otros de los fines se establece la facilidad de uso debido a: "La creación de diagramas ofrece una mirada objetiva de los nombres de enlaces, rutas de conversión, facilidad de uso, navegación, y disposición de las funciones" (Herranz, 2018). También permite el crecimiento del contenido logrando que: "ese crecimiento tenga un impacto mínimo en el diseño, la facilidad de uso y la arquitectura del sitio. La creación de wireframes puede revelar estas

importantes oportunidades de crecimiento del contenido y cómo adaptarse a ellas" (Herranz, 2018).

Por último, se establece uno de los fines más pertinentes para mejora, debido a que con un mínimo esfuerzo se logra interactuar y comentar en el wireframe: "En lugar de unir la funcionalidad completa, la disposición y los elementos creativos en un solo paso, los wireframes garantizan que estos se aborden de forma separada. Permitiendo a los interesados brindar comentarios en etapas más tempranas del proceso" (Herranz, 2018).

➤ **Mockups**

Estos son la siguiente etapa de creación tienen una fidelidad de media a alta por lo que son muy recomendables al momento de realizar prototipos estos son definidos como: "Los mockups son la piel del diseño. Se caracterizan por tener una media-alta fidelidad y por ser representaciones completamente estáticas del diseño visual. Es esencialmente eso, el diseño más visual" (Hernández, 2022).

Otra de las definiciones establece que es: "como un fotomontaje que permite que los diseñadores gráficos y/o web puedan mostrar a sus clientes cómo quedarán sus diseños en productos o utilidades que el día de mañana serán reales" (Domínguez, 2022). También se podría considerar como: "una representación más avanzada del diseño gráfico y comunicativo (desde una visión de navegación y AI) de un proyecto" (Salgado, 2015).

El objetivo de este prototipo es: "comunicar y representar, de manera estática, la estructura, el contenido, las funcionalidades básicas y las decisiones gráficas de una solución de diseño" (Jibel, 2017). Algo que deben permitir los mockups es la:

Inclusión de los detalles visuales, tales como colores, tipografía, etc., y son generalmente estáticas. Al observar un mockup, se debe tener una buena idea de cómo se verá el producto final y una idea aproximada de cómo podría funcionar (incluso si las funciones aún no se han desarrollado) (Salgado, 2016)

Por último, se plantea que dentro de las etapas finales de un proyecto de este tipo los mockups sirven para comunicar de la siguiente manera: "En la fase de testeo y experimentación: ya sea mediante un prototipo o con la imagen estática, sirve para recoger feedback de nuestros usuarios" (Jibel, 2017). Así mismo se tiene que: "Al momento de validar la solución con el resto del equipo y cuando tienes que comunicarle la solución al equipo de desarrollo" (Jibel, 2017).

➤ **Maqueta / prototipo de alta fidelidad.**

Este prototipado es el más reconocido debido a que muestra el resultado final del producto digital, puede depender de los dos mencionados de manera previa, pero por sí mismo genera usabilidad para quien desee probarlo, siendo a la herramienta más fidedigna de un posible producto a aplicar. La definición de estos es:

Los prototipos son representaciones de media-alta fidelidad que incluyen o simulan la interacción con la interfaz. En esta representación los usuarios ya sí podrán experimentar en alguna medida la experiencia de uso del producto. Si el wireframe define la estructura y el mockup cómo es visualmente, el prototipo define sobre todo cómo se comporta el producto. Por ello, aquí la interacción debe estar ya muy definida (Herranz, 2018).

Otra de las definiciones acordes a esta subclasificación establece que: "Es una representación o simulación de las interacciones que va a tener nuestra solución de diseño" (Jibel, 2017). En este caso se desprende otra de las definiciones que versa sobre: "Un prototipo es un modelo (representación, demostración o simulación) fácilmente ampliable y modificable de un sistema planificado, probablemente incluyendo su interfaz y su funcionalidad de entradas y salidas" (Salgado, 2016).

La finalidad de los prototipos de alta fidelidad es mostrar lo que futuro se quiere producir, un producto confiable y funcional a través de la interacción con el usuario tal como se menciona busca: "detallar el proceso interactivo completo de una o varias tareas concretas" (Fernández Iglesias, 2020). Es

importante destacar que este tipo de prototipos sirven para: “testear elementos de interacción como estados «encima» de botones, validación de formularios, iconos, o cualquier elemento con el que el usuario interactúe” (Salgado, 2015).

Se establecen ventajas que permiten una mayor competitividad en el mercado y buscan generar beneficio para quien lo aplique y se detalla a continuación: “Los prototipos de alta fidelidad tienen como ventajas que suelen proporcionar mucho detalle en cuanto a la funcionalidad que muestran, suelen ser interactivos, y pueden servir muy bien como herramienta de marketing o de prospección de mercado” (Fernández Iglesias, 2020).

También se debe reconocer la principal desventaja de estos: “son caros porque suelen requerir mucho tiempo de desarrollo, son difíciles de modificar, y pueden crear falsas expectativas” (Fernández Iglesias, 2020). Por último, es importante recordar que: “hay muchos diseñadores que saben maquetar soluciones y prefieren testear sus propios prototipos: cualquier herramienta es válida, siempre y cuando puedas representar lo más fielmente posible la interacción que buscas para tu diseño” (Jibel, 2017).

2.2.9. Internet de las cosas

El avance tecnológico garantiza la implementación de sistemas y procesos para mejoramiento de todo lo que nos rodea tal como lo menciona Barrera (2018): “En la actualidad el internet de las cosas está revolucionando todo, incluyendo la ingeniería de software donde se ha visto la necesidad de acoplar nuevos modelos de desarrollo que involucren el uso de dispositivos” (p. 47). Se plantea por tanto la siguiente definición:

Se conoce que la arquitectura de software es aquella que busca dividir de la mejor manera posible un sistema, sus componentes, comunicación y cómo actúan de forma independiente para luego ser acoplados y obtener sistemas robustos, se han planteado una gama de arquitecturas respecto al tema. (Hernández, 2016, p. s/n)

De forma que la conexión y comunicación entre una inmensa variedad de dispositivos permite la creación de una extensa y compleja red que puede traer grandes beneficios a las personas y el uso de nuevas herramientas tecnológicas que se puedan crear para su disposición.

es una tecnología que permite la conexión de dispositivos y objetos cotidianos a la red, permitiendo su interconexión y comunicación. Para que esto sea posible, se utiliza un modelo de capas que se encarga de gestionar el tráfico de información entre los dispositivos y la red. Así mismo el autor establece las capas del Internet de las cosas en la figura que se muestra a continuación:



Figura 19. Capas de la arquitectura IoT (Internet of Things)

Fuente: Hernández (2016) Arquitectura IoT, prototipando los dispositivos del futuro

2.2.9.1. Capa de cosas, objetos y dispositivos

Esta es la primera capa y podemos encontrar a los sensores que reciben y comunican los datos del mundo físico para de esta forma transformarlos a datos que puedan ser procesados por un enlace virtual, siendo estos los elementos que se conocen como actuadores. El caso particular de esta capa es que podemos entrar el material electrónico con el que se arman los nodos, que a su vez son acoplados para formar un solo dispositivo con mayor complejidad.

2.2.9.2. Capa de punto de acceso

La capa de punto de acceso permite que exista una conexión entre los dispositivos que se encuentran en la capa de captura hacia el internet, mediante el uso de un Gateway (puerta de enlace) o interfaces de comunicación. Esta capa trabaja como un intermediario entre un aplicativo que se encuentra en internet y con la red de sensores u elementos electrónicos con los que esté trabajando.

2.2.9.3. Capa de procesamiento de datos

Esta capa se considera fundamental pues una red de sensores inalámbricos no podría ser útil sin que los datos recolectados sean almacenados y procesados posteriormente, gracias a ello es que luego dichos datos pueden ser analizados y se pueden tomar acciones pertinentes. En esta capa se encuentra el funcionamiento de las bases de datos las cuales almacenaran los datos recibidos por la red de sensores.

2.2.9.4. Capa de Aplicación

Los datos recogidos, almacenados y procesados necesitan tener un medio por el cual los usuarios puedan visualizarlos de forma sintetizada y ordenada de forma que esta capa contiene a los medios informáticos como Apis, servicios y páginas web, aplicaciones móviles o de escritorio donde la información recolectada se podrá visualizar o manejar desde un dispositivo por un usuario.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

El presente proyecto de integración curricular va a utilizar un enfoque mixto tanto cuantitativo y cualitativo. Enfoque cualitativo porque se realizará una interfaz gráfica y sus componentes de color, animación, interacción, fondos, cualidades de la aplicación entre otras características que permitan tener un diseño innovador y enfoque cuantitativo porque busca una realidad repetible, ya que puede servir como base y modelo para investigaciones futuras; además buscaremos recopilar las propiedades del terreno mediante el uso de sensores que midan parámetros los importantes del terreno de los semilleros en la finca "La Victoria". Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona que: "La investigación mixta es un enfoque relativamente nuevo que implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio" (p.30)

3.1.1. Tipos de Investigación

3.1.1.1. Investigación Exploratoria

Durante el transcurso del desarrollo de la lectura e investigación se mantuvo en cuenta que el *nivel exploratorio* será un gran referente en la investigación. Así, Arias (2012) "la investigación exploratoria es aquella que es realizada sobre una temática u elemento desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos" (p.23).

En esta investigación se emplea este tipo de investigación porque se realizará la búsqueda e indagación en diferentes fuentes bibliográficas, como libros, tesis, páginas de internet, artículos científicos, entre otros, que abarquen distintos métodos y teorías, y que sirvan como modelo para el desarrollo de la red de sensores y del sistema de monitoreo.

3.1.1.2. Investigación descriptiva

El presente proyecto tiene un tipo de investigación descriptiva porque describe las características encontradas en el terreno de la finca "La Victoria" en una interfaz gráfica, mediante el uso de un sistema de monitoreo. Según Hernández (2014) menciona que: "La investigación descriptiva busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población" (p.92).

La investigación constará de una recolección de datos el cual será el resultado de un largo estudio y conocimiento de las áreas como la agricultura para encontrar los parámetros óptimos de siembra de una variedad de plantas, así como los beneficios que brinda el monitoreo para la agricultura de precisión, además de contrastar diferentes fuentes para corroborar la fiabilidad de la información.

3.1.1.1. Investigación Acción

Se planificará estrategias como el desarrollo de un sistema de monitoreo prototipo que conlleve a recopilar la información de las propiedades del terreno de la finca "La Victoria".

En el desarrollo de este proyecto se utilizó también la investigación acción que según Kemmis citado por Niño (2012) dice que: "la investigación acción es una forma de investigación llevada a cabo por parte de los prácticos sobre sus propias prácticas"

En este proyecto se realizará la debida investigación sobre el uso distintas tecnologías en la agricultura de precisión para así diseñar el sistema de monitoreo siendo prácticos, ejerciendo algunas tareas, lo que implica autorreflexión e investigación y trabajar en los cambios necesarios que permitan su mejoramiento.

3.1.1.2. Investigación de campo

En el caso de la investigación de campo se realizara por un lado para realizar la entrevista al propietario de la finca donde se buscara encontrar los factores

más importantes para el sistema de monitoreo para así buscar los sensores que mejor se adapten a las necesidades del desarrollo como para conocer también las características del terreno de la finca la victoria y también realizar pruebas al sistema para identificar si el sistema cumple con los requisitos del propietario y esta tenga un diseño intuitivo para facilitar el periodo de adaptación a la aplicación.

3.2. IDEA PARA DEFENDER

El uso de un sistema de monitoreo que utiliza sensores para recopilar las propiedades del terreno de semilleros en la finca “La Victoria” ayudara en la toma de decisiones previas a la siembra de cultivos.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables es el proceso mediante en el que se definen las variables de estudio en términos concretos y observables, de manera que puedan ser medidos y analizados de manera objetiva. En otras palabras, se trata de transformar los conceptos abstractos o teóricos en variables que se puedan medir o cuantificar. Para ello, se establecen indicadores o instrumentos de medición que permiten obtener datos concretos sobre las variables. Este proceso es fundamental para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación, ya que permite definir claramente los aspectos que se van a medir y cómo se van a medir, evitando así posibles sesgos o interpretaciones subjetivas.

3.3.1. Definición de variables

El desarrollo de este trabajo de integración curricular se sujeta a dos variables independientes. Las mismas definidas por el sistema de monitoreo usando como indicadores factores como la usabilidad, funcionalidad o eficiencia del software, así como lo son los elementos para un diseño intuitivo y accesible en el caso de la interfaz de usuario, por otro lado, la red de sensores inalámbricos tiene como indicadores a las diferentes placas y circuitos para los sensores, mientras que elementos como lo son la evaluación del sistema o el manejo de datos lo serán para el diseño del monitoreo.

3.3.2. Operalización de variables

Tabla 9. Variable independiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Sistema de monitoreo	Software	Funcionalidad Eficiencia Usabilidad Conectividad Portabilidad	Entrevista	Cuestionario
	Interfaz de Usuario	Cantidad de funciones Numero de ventanas Diseño intuitivo Accesibilidad		
Red de sensores inalámbricos	Sensores	Sensor de temperatura Sensor de humedad Voltímetro	Observación sistemática regulada	Software
	Diseño del monitoreo	Manejo de sensores Niveles Evaluación del sistema Gestión de datos Verificación de datos		

Nota. Variable independiente con sus respectivas dimensiones e indicadores.

Tabla 10. Variable dependiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Propiedades del terreno de los semilleros	Factores para el desarrollo de las plantas	Temperatura Humedad pH del terreno Tipo de suelo	Entrevista	Cuestionario
	Influencia en el desarrollo	Crecimiento Producción Resistencia a enfermedades Reacción a climas desfavorables posteriormente		

Nota. Variable dependiente con sus respectivas dimensiones e indicadores.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

3.4.1.1. Deductivo-Inductivo

Este método va de lo general a lo particular, es así como, se recurrió a utilizar el método inductivo-deductivo, porque para el diseño de una interfaz que muestra apropiadamente la información recogida con elementos intuitivos. En el caso, los elementos como: los sensores, los microcontroladores, placa de Arduino, placa de comunicación Bluetooth o Wifi y materiales para un correcto funcionamiento, se complementan entre ellos para juntos conformar la red de sensores. Es por todo esto que cada uno de los componentes debe

ser analizado para saber el rol que cumple dentro de la conformación de la red de sensores.

3.4.1.2. Inductivo-Deductivo

Este método se caracteriza por ir de lo específico a lo general. El método inductivo-deductivo es utilizado principalmente en lo que se refiere a la programación y la automatización. En este caso, para lograr automatizar una tarea, ya sea para el análisis del terreno de siembra de cultivo debemos partir de los algoritmos, los cuales son las instrucciones ordenadas de forma lógica cuyo objetivo es darle solución a un determinado problema. Dichas instrucciones son representadas por líneas de código que cumplen una cierta función.

3.4.2. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.2.1. Técnicas de investigación

La técnica utilizada dentro de este trabajo fue la entrevista definida como aquella que busca obtener respuestas de un interlocutor por medio de un banco de preguntas relacionadas a los objetivos planteados, esta técnica fue elegida debido a que la población de estudio dentro de este trabajo es muy reducida de forma que una entrevista argumentativa que de paso a respuestas abiertas nos permitirá conocer de primera mano las condiciones de la finca "La Victoria" y como gestionan el proceso selección y siembra de una planta.

3.4.2.2. Instrumentos de investigación

En nuestro proyecto utilizaremos como instrumento un cuestionario en donde consta de una variedad de preguntas las cuales aportaran información para el análisis de las condiciones de la finca "La Victoria" que permitirá establecer las necesidades del lugar de estudio planteado en este proyecto.

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Población y muestra

La población utilizada de nuestra investigación es finita ya que este proyecto estará dirigido al dueño de la finca "La Victoria" y el mayordomo de la finca quienes son las personas para las cuales se diseñara el sistema de monitoreo, de forma que una entrevista argumentativa nos ayudara a conocer factores como el estado del terreno de cultivo del semillero, problemas suscitados en siembras previas o conocer la presencia de herramientas tecnológicas en los procesos realizados para la agricultura de precisión.

3.5.2. Análisis

La entrevista se la realizo a tres involucrados incluyendo al propietario del lugar en donde se realizará el caso de estudio, entre los datos solicitados, hemos percatado la veracidad de estos, con la finalidad de que los entrevistados entiendan la importancia del proyecto que se realizará y así conseguir información confiable que nos ayude a conocer de primera mano los factores más importantes para el desarrollo de un sistema de monitoreo que se adapte correctamente a las necesidades de la finca "La Victoria".

Tabla 11. Análisis de encuestas

	Encuestado 1	Encuestado 2	Encuestado 3
Pregunta 1	El encuestado no ha utilizado ninguna clase de medio tecnológico para realizar actividades dentro de su finca.	El encuestado menciona haber usado referencias como estados del clima en línea.	El encuestado a utilizado su teléfono para revisar ciclos lunares.
Análisis	Los entrevistados a lo largo de su experiencia en el proceso de cultivo agrícola, no han tenido en cuenta los nuevos medios tecnológicos que van surgiendo, de tal manera solo tienen en cuenta su conocimiento y experiencia recogida en el transcurso de su vida profesional.		

Pregunta 2 El estado reciente del clima en cuanto a las lluvias recientes y las reservas de agua con las que se cuenta en casos de sequías.

Las condiciones del clima en cuanto a lluvias son lo más importante para el entrevistado.

El entrevistado menciona revisar el estado del tiempo para evitar sembrar en una semana donde las lluvias sean constantes.

Análisis Los entrevistados a la hora de realizar siempre acogen estos factores puesto que, en la región en la que se encuentra el clima puede variar de una temporada a otra, siendo este una desventaja, así mismo, con una respuesta adicional acatan que los pronósticos de tiempo son una ventaja, debido a que estos sistemas trabajan ya con estaciones meteorológicas, donde recogen datos y ayudan al pequeño agricultor.

Pregunta 3 Dependiendo del tipo de cultivo se utiliza termómetros para asegurarse que la temperatura no sea baja.

La única herramienta utilizada ocasionalmente para herramienta es el termómetro para cerciorarse del ambiente.

El entrevistado no usa herramientas prácticas para evaluar el terreno.

Análisis Los entrevistados tienen en cuenta medios que utilizan para evaluar sus terrenos en donde realizan cultivos, y esta es el uso del termómetro, este tipo de herramientas son indispensables cultivos, puesto que es importante medir la temperatura del entorno, y esto de una manera precisa.

Pregunta 4 Considera importante el conocer el estado del terreno pues elementos como la humedad son importantes.

Se considera de gran importancia el conocer el estado del terreno pues entre más se conozca se reducen los problemas se presentan después.

Considera que conocer el estado del terreno es muy importante para seleccionar el tipo de planta pues se reducirían inconvenientes como el uso frecuente de productos químicos para prevenir enfermedades.

Análisis El conocer el estado de un terreno es sumamente importante, de hecho, para llevar a cabo un cultivo con éxito, es necesario tener en cuenta algunos aspectos como las labores de la siembra, el sostén de las plantas, podas, fertilización y el manejo de plagas y enfermedades. Los entrevistados mencionaron algunos puntos importantes tomar en cuenta, como la uniformidad del cultivo, la optimización de la luz, la optimización de la temperatura y la distribución correcta del terreno.

Pregunta 5 Los cultivos más frecuentes son papa, alverja, trigo y cebolla. Los cultivos más frecuentes son papa, cebolla y cebada. Los cultivos más frecuentes son trigo, papa, alverja y cebolla.

Análisis Los entrevistados en todo su trayecto, han producido gran cantidad de cultivos en donde se encuentran la papa, alverja, cebolla, cebada y el trigo. Con esto se obtiene la información que este tipo de cultivos son aceptables en los terrenos, y así el presente proyecto, podrá contemplar una serie de especificaciones y dependiendo de los factores del suelo dependiendo de las temporadas del año se podrá establecer qué producción de cultivo es el más apropiado en ese momento.

Pregunta 6 En la zona se ha visto que el frijol, maíz y quinua suelen tener cosechas muy productivas en ciertas épocas. En la zona se ha visto el cultivo de maíz en verano y haba y zanahoria en invierno. En la zona se ha visto el cultivo de frijol en verano y zanahoria y quinua en invierno.

Análisis Por lo que considerando que en la zona se ha visto que plantas como el maíz y el frijol tienen buenas producciones en verano mientras que el haba, quinua y zanahoria se han visto más durante el invierno de modo que se tendrán en cuenta también para aumentar la variedad de plantas a considerar previo a realizar una siembra que gracias al monitoreo le dé más seguridad al propietario para cultivar.

Pregunta	7	En relación con la humedad muchas veces debido a las lluvias constantes los cultivos como la papa y la papa pueden tender a ser propensos a enfermedades.	El entrevistado menciona que pese a la gran experiencia con cultivos como la papa la humedad trae problemas frecuentemente.	El entrevistado declara que la humedad es el mayor problema de los agricultores en la zona, puesto a que en temporadas de lluvias frecuentes muchos cultivos necesitan de productos químicos para ser cuidados.
-----------------	---	---	---	---

Análisis Los entrevistados mencionaron durante la entrevista que las lluvias son un problema ocasional en el sector, pero por lo general estas pueden ser previstas con los pronósticos de tiempo, sin embargo, existen problemas a la hora de regar el terreno cuando durante el verano pues muchas veces al no tener en cuenta la humedad del terreno puede que este no tenga la cantidad de agua requerida.

Pregunta	8	Los problemas más grandes relacionados a la humedad son las sequias y en menor medida las heladas.	Los problemas más suscitados a lo largo del año son las sequias ocasionales y en menor medida las lluvias torrenciales que afectan a los cultivos más sensibles a la humedad.	Los problemas más frecuentes en la zona son las sequias que muchas veces se prolonga a lo largo de varias semanas.
-----------------	---	--	---	--

Análisis Los mayores problemas del sector son las sequias durante el verano que ocasionan que se necesite dar riego al terreno antes de realizar cultivos y esperar días en los que haya posibilidades de lluvia y las lluvias torrenciales durante el invierno donde muchas veces el exceso de humedad provoca incertidumbre a la hora de realizar una siembra.

Pregunta 9 El entrevistado conoce leve los beneficios del uso de un sistema de monitoreo. El entrevistado conoce leve los beneficios del uso de un sistema de monitoreo. El entrevistado no conoce los beneficios del uso de un sistema de monitoreo, aunque menciona que recuerda haber visto el uso de uno en una hacienda del sector Huaca.

Análisis Los entrevistados pese a no conocer exactamente qué clase de beneficios pueda traer un sistema de monitoreo mencionaron que la ayuda de un sistema tecnológico ser de gran ayuda si estos brindan información puntual.

Pregunta 10 El entrevistado considera que el conocer elementos factores como la humedad o el pH pueden ayudar a escoger el cultivo sin embargo suelen revisarlo en algunas ocasiones sin un sistema apropiado El entrevistado considera que la tecnología de monitoreo puede ayudar a conocer cuando hay factores que pueden llevar a la pérdida de un cultivo menos resistente. El entrevistado considera que los sistemas tecnológicos pueden ser muy beneficiosos para revisar elementos como los pronósticos del tiempo y factores como la humedad.

Análisis Seleccionar un cultivo suele llevar diferentes factores a considerar como precio de mercado, recursos disponibles y estación, sin embargo, añadir un parámetro para evitar problemas durante la siembra como lo es este es de suma importancia pues puede resultar muy beneficioso conocer factores como la humedad exacta del terreno para saber si el riego ha surtido efecto.

Pregunta 11 El entrevistado mostro interés en un sistema de monitoreo que se use en un aplicativo móvil pues en su caso y el de su mayordomo cuentan con El entrevistado está totalmente de acuerdo con el uso de un sistema de monitore que funcione mediante una red de sensores pues El entrevistado está de considera que las aplicaciones monitoreo con una red de sensores es más practica en un sistema móvil pues es más

Smartphones pues no que resulta practico para el sencillo para su revisión y
cuenta con un trabajo de campo. uso en campo.
computador.

Análisis Los entrevistados se mostraron bastante entusiasmados con la incorrupción de un sistema de monitoreo principalmente por el funcionamiento mediante un aplicativo móvil pues todos contaban con un Smartphone y señalaron la facilidad que esto brindaría tener la información en tiempo real vitando la necesidad de recoger los datos y posteriormente analizarlos en un equipo de computo

Nota. Describe el análisis de las entrevistas realizado al propietario y mayordomo de la finca "La Victoria"

3.6. Recursos

3.6.1. Recursos materiales

Para este proyecto se utilizó diferentes tesis físicas y digitales, libros como Fideas, G (2012) Hernández, S (2014), Guía metodológica plan de investigación de la UPEC. Además, se utilizó una variedad de recursos tecnológicos como computadoras o dispositivos móviles inteligentes para el desarrollo del proyecto.

3.6.2. Recursos humanos

Las personas implicadas en el desarrollo, tanto en el desarrollo practico como en la asesoría académica. Estos recursos pueden incluir a los investigadores principales, asistentes de investigación, personal administrativo, personal técnico, entre otros. La selección y gestión adecuada de los recursos humanos es esencial para garantizar el éxito de una investigación, ya que cada miembro del equipo debe estar capacitado y comprometido para cumplir con los objetivos del proyecto.

Tabla 12. Recursos humanos

Nombres	Ocupación	Rol
<ul style="list-style-type: none"> • David Imbaquingo 	Estudiantes en la UPEC de la carrera de Computación	Desarrolladores del trabajo de integración curricular
<ul style="list-style-type: none"> • Gandhy Ormaza 		
<ul style="list-style-type: none"> • Milton del Hierro 	Docente en la UPEC de la carrera de Computación	Tutor del trabajo de integración curricular

Nota. Describe las personas que fueron partícipes de la investigación y sus respectivos roles.

3.6.3. Recursos financieros

Para este proyecto utilizamos un presupuesto repartido tanto en materiales físicos como costes de desarrollo del sistema de monitoreo con el cual nos permitió el desarrollo de este, así se muestra continuación se muestra la siguiente tabla.

Tabla 13. Recursos financieros

Recursos	Valor específico
Computadora	\$2200.00
Transporte	\$40.00
Material de oficina	\$25.00
Placas y Sensores	\$95.00
Desarrolladores	\$2350.00
Material de maquetado	\$25.00

<i>SUBTOTAL</i>	\$4735.00
<i>Imprevistos 5%</i>	\$236.75
TOTAL	\$4971.75

Nota. Describe el presupuesto utilizado en el proyecto

3.6.4. Recursos Tecnológicos

- Internet
- Smartphones
- Laptops
- Placas
- Sensores

3.6.5. Recursos Institucionales

- Biblioteca
- Tesis digitales
- Aulas
- Acceso Internet

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Análisis de la entrevista realizada al experto en Agronomía

La entrevista se lo realiza a un profesional experto, el cual se desenvuelve en el área de la agricultura, de esta forma teniendo relación con el presente trabajo de integración curricular, por lo cual, se le estructura preguntas con fines de conocer sobre los parámetros que pueden coliderarse de mayor importancia establecer los requerimientos del terreno de los semilleros al realizar una siembra.

Tabla 14. Análisis a la entrevista realizada al experto Agrónomo

Pregunta 1	¿El uso de sensores para el monitoreo de los parámetros de cultivo puede ayudar a mejorar la perspectiva del agricultor antes de realizar un cultivo?
Respuesta	Si, el uso de sensores beneficia en diferentes formas como un ejemplo en el control de humedad y plagas de cultivos lo que ayuda al agricultor a tener una mejor perspectiva en el desarrollo de sus actividades
Análisis	El entrevistado afirma que los sensores acogen gran importancia y por parte un gran beneficio, debido a que en su trabajo labora con diferentes materiales para proceder al desarrollo de un cultivo.
Pregunta 2	¿Conoce sistemas de monitoreo que hayan mejorado el proceso de siembra de plantas? ¿Qué monitoreaban dichos sistemas?

Respuesta Si, he conocido de varios sistemas en invernaderos donde se plantan rosas, al ser un ambiente controlado pueden manejar la temperatura del ambiente para garantizar el desarrollo de un tipo de planta que requiere mayores cuidados.

Análisis El entrevistado en su respuesta proporciona información relevante en relación con la pregunta, indicando que ha conocido varios sistemas en invernaderos para plantas como rosas, donde se maneja la temperatura del ambiente para garantizar su desarrollo en un ambiente controlado. Pero manifiesta que no se realizan los detalles específicos sobre los aspectos del proceso de siembra se monitorean con estos sistemas.

Pregunta 3 ¿Qué medios se utiliza para evaluar el terreno antes de realizar una siembra usualmente por los agricultores?

Respuesta Usualmente los agricultores emplean el uso de herramientas como termómetros, barómetros, escalas de PH para el agua de riego o ignoran cualquier tipo de herramienta y confían en su experiencia previa.

Análisis El entrevistado rescata las herramientas que ha podido manipular para realizar una siembra, pero hay que tener en cuenta que los agricultores pueden utilizar una variedad de herramientas y enfoques para evaluar el terreno antes de realizar una siembra. La elección de las herramientas y enfoques dependerá del tipo de cultivo, las condiciones climáticas y del suelo, y la experiencia y conocimiento previo del agricultor.

Pregunta 4 ¿Qué parámetros son más importantes considerar a la hora de realizar una siembra?

Respuesta Desde mi perspectiva, aunque existen parámetros variados como la humedad relativa y de suelo, luminosidad, temperatura del ambiente,

presión PH, tipo de terreno, probabilidades de precipitación, entre otras considero que la humedad del suelo, temperatura del terreno, el PH son fundamentales a considerar para una siembra óptima.

Análisis El entrevistado englobaba un gran conocimiento por parte de que parámetros son importantes al realizar una siembra, por ello el ha descrito que los parámetros indicados en la respuesta. La respuesta proporciona una buena visión general de los parámetros que pueden ser importantes a considerar a la hora de realizar una siembra. De igual forma, los parámetros más importantes a considerar a la hora de realizar una siembra son la humedad del suelo, la temperatura del terreno y el pH del suelo. Estos parámetros son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y deben ser monitoreados y ajustados según sea necesario para asegurar una siembra exitosa.

Pregunta 5 ¿El ignorar los parámetros previamente establecidos que problemas pueden presentar las plantas?

Respuesta Por empezar de no cumplirse con las condiciones de PH, la planta no se desarrolla correctamente, en cuanto a la temperatura podemos encontrar problemas en la producción final y la humedad puede albergar el desarrollo de las plantas y volverlas más susceptibles a enfermedades.

Análisis El entrevistado comparte su conocimiento y experiencia por parte de no seguir los pasos correctos de cómo se realiza un cultivo, sobre todo en la elección de un terreno susceptible. Debido a la incertidumbre del PH, esto solo estimula como un inicio de problemas con otros tipos de factores ambientales, como es la temperatura puesto que puede afectar la germinación de planta si su temperatura sea demasiada alta o demasiada baja. Así mismo sucede con el factor de la humedad del suelo, si es demasiada alta o baja, las plantas pueden experimentar problemas como pudrición de las raíces,

marchitamiento y otros síntomas de estrés hídrico.

Pregunta 6 ¿Los parámetros establecidos en qué momento del día deben medirse?

Respuesta Lo mejor es medirlos entre las 10 AM a las 12 del mediodía, si bien la temperatura puede variar en horas entre la noche y madrugada, el desarrollo y la absorción de nutrientes se da en la mañana.

Análisis El entrevistado presenta una respuesta muy adecuada y describe una buena comprensión de la fisiología de las plantas y de la importancia de medir los parámetros en el momento adecuado del día. Es importante tener en cuenta que los momentos ideales para medir los parámetros pueden variar según el tipo de planta y las condiciones específicas del entorno, por lo que es importante hacer una investigación adecuada y ajustar las mediciones en consecuencia.

Pregunta 7 ¿Considera que existe una relación entre no cumplir con condiciones óptimas de terreno en cada parámetro con la producción final?

Respuesta Si como mencione anteriormente la producción final se ve afectada si las condiciones de humedad no son las óptimas durante las primeras semanas de siembra puesto que la planta no podrá extender sus raíces correctamente.

Análisis El entrevistado menciona que la producción final se ve afectado, por lo tanto, es importante considerar múltiples factores cuando se trata de maximizar la producción de plantas. Al no cumplir con las condiciones óptimas de terreno en cada parámetro, se puede limitar el potencial de crecimiento y desarrollo de las plantas y, por lo tanto, disminuir la producción final.

Pregunta 8 ¿Considera usted relevante el uso de un sistema de monitoreo del terreno de semilleros para mejorar la toma de decisiones del agricultor?

Respuesta Por supuesto un sistema de monitoreo siempre mejora la perspectiva

de un agricultor ya que le permite evaluar su entorno con datos tomadas en tiempo real, lo que resulta en una elección cuyas probabilidades de éxito son mejores.

Análisis El entrevistado destaca que el uso de un sistema de monitoreo del terreno de cultivo para los semilleros puede mejorar la perspectiva del agricultor al proporcionar datos en tiempo real sobre las condiciones del terreno. Además, un sistema de monitoreo puede proporcionar información valiosa sobre los cambios en las condiciones del terreno a lo largo del tiempo, lo que puede ser especialmente útil para los agricultores que trabajan en áreas propensas a condiciones climáticas cambiantes.

Nota. Describe el presupuesto utilizado en el proyecto

4.1.2. Condiciones del Terreno en un semillero

El terreno encontrado en la finca "La Victoria" es de tipo limoso, es decir que los gránulos son de tamaño intermedio y se caracterizan por su fertilidad y facilidad para el desarrollo una gran variedad de plantas, Pereira, et al. (2019) destacan: "Los terrenos limosos cuentan con gránulos intermedios que no superan los 0,05 de contenido de limos, esto les da una facilidad filtración de agua, formación de una buena estructura baja, amoldarse para siembras". Recalcando que este tipo de terreno es el mejor para la agricultura.

Además, es un terreno neutro lo que quiere significa que el pH de este oscila los 7pH de forma que sus porcentajes de nutrientes son equilibrados y existe una disponibilidad de elementos químicos primarios y secundarios, pero también con una presencia de boro, hierro, zinc, litio en proporciones menores. Esto brinda una gran facilidad para el desarrollo de las plantas durante sus primeros días de siembra en los semilleros.

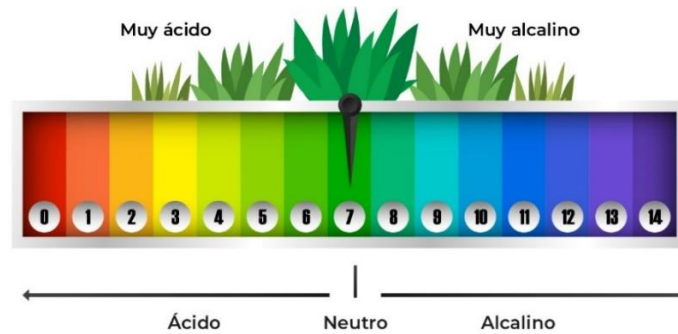


Figura 20. pH del suelo

Fuente: Pereira, et al. (2019). Niveles de pH de la tierra.

4.1.3. Plantas cultivadas en la finca “La Victoria”

En la entrevista realizada al propietario de la finca “La Victoria” se recogió las plantas cultivadas con más frecuencia siendo estas el trigo, cebada, cebolla (morada, blanca y perla), arveja y papa, mientras que por otro lado también se habló de las plantas que se cultivan muy ocasionalmente y así también otras que se han visto en la comunidad de Tesalia y en las que se ha mostrado interés por cultivar en algún momento, de ese modo se destacaron la quinua, haba, frijol, maíz y zanahoria.

Definiendo las plantas de mayor interés en la finca se investigó los efectos que tiene un terreno con parámetros óptimos en temperatura, humedad y pH sobre estas para sustentar los efectos que puede tener el monitoreo en cada una de ellas.

4.1.3.1. Trigo

El trigo presenta una capacidad particular para adaptarse al ambiente y no requiere de un ambiente completamente óptimo para crecer, sin embargo, según Gómez y Rawson (2019) en su libro “Trigo Regado (Manejo del Cultivo)” mencionan que:

Si bien el trigo presenta una resistencia tal que puede soportar temperaturas incluso bajo los 0 °C durante el invierno, en la etapa de germinación de la semilla necesita de temperaturas óptimas que oscilen los 17 °C a 22 °C para ver un crecimiento uniforme en toda el área de

sembrado, así como beneficiarse de una aceleración en este proceso de mantenerse estable la temperatura durante al menos la primera semana después de la siembra. (p.18)

Destacando entonces la importancia de verificar que el terreno de cultivo cumpla con una temperatura para agilizar el proceso de germinación en esta planta, así también más adelante menciona que si bien la profundidad habitual de siembra es de 5cm de cumplirse con los requisitos óptimos de humedad y temperatura se puede optar sembrar la semilla a 2cm para acelerar el brote a la superficie.

4.1.3.2. Cebada

De forma similar al trigo la cebada presenta una gran capacidad de adaptación al ambiente, en este caso en particular existe una resistencia sobresaliente a etapas prolongadas de sequía, aunque, de igual forma se habla de la importancia de buscar un nivel de humedad óptimo en el suelo para acelerar el proceso de germinación y brote de la semilla, así mencionan Miranda et al. (2016) en su artículo:

La cebada tiene la ventaja de requerir un mayor grado de humedad durante la siembra y al inicio de su ciclo que al final, necesitando una humedad que ronde el 30% y 45% a la hora de la siembra y durante las primeras semanas mientras que cruzada un tercio del ciclo es capaz de resistir etapas de sequía.

Estableciendo así un rango estándar en la humedad de esta planta la temperatura óptima se comparte con la del trigo sin embargo la resistencia a temperaturas frías es menor en un rango que se pueda considerar regular, la importancia de controlar la humedad en este tipo de planta durante el inicio del ciclo ayuda a que la planta sea más resistente a ambientes secos y con exceso de humedad más adelante.

4.1.3.3. Arveja

La arveja es una planta de ambientes templados y fríos siendo su resistencia al frío una característica notable, así lo menciona Bolívar (2017) en su artículo:

“Las características de la arveja se adecuan perfectamente a los climas de la Sierra del Ecuador desarrollándose particularmente en provincias como Carchi, Chimborazo o Cañar, siendo el periodo de marzo a junio el mejor para realizar la siembra”. Durante la etapa de siembra primeras semanas se habla de que, si el terreno cumple con los valores óptimos de temperatura y humedad tanto el enraizamiento y el macollaje son favorecidos con una mayor resistencia a enfermedades comunes posteriormente, así también se destaca que si bien el nivel de humedad es fundamental lo es durante el periodo de afloramiento, etapa en la cual la planta requiere un mayor grado de humedad para favorecer la producción final.

De forma que las temperaturas óptimas para la siembra de la arveja se ponen en un rango óptimo de 15 a 19 °C y mínimo de 10 °C notándose que los climas fríos son más favorables como un rango más corto a diferencia del trigo y la cebada que como se mencionó anteriormente tienen una mayor capacidad de adaptación.

4.1.3.4. Cebolla

El caso de la cebolla es uno particular puesto que, si bien necesita climas templados y secos el gran número de variedades existentes demostrado una facilidad para la adaptación a las temperaturas bajas y elevadas, razón por la que si las condiciones climáticas no presentan una fuerte presencia de humedad esta planta puede cultivarse sin mayores dificultades, como lo menciona, Jose Quinteros agente de extensión agraria en España. “La esencial en la cebolla es un periodo de temperatura templado con baja humedad en la germinación para favorecer el engrosamiento del bulbo y un terreno en el que no se haya utilizado anteriormente para esta planta” (Quinteros, 2019). Destacando que el verano es la mejor temporada para cultivar la cebolla.

La mayoría de los tipos de cebolla, particularmente los 3 tipos que se han sembrado en la finca “la Victoria” (Cebolla blanca, morada y perla) comparten la necesidad de encontrarse entre los 16 a 24°C para un desarrollo sin complicaciones, siendo bastante permisivos con la temperatura, sin embargo, en el caso de la humedad se espera que esta no supere el 30% para

un correcto desarrollo, esto debido a que si superase este porcentaje el bulbo sería más susceptible a enfermedades durante su crecimiento.

4.1.3.5. Papa

La papa es un cultivo bastante exigente, pues necesita de temperaturas templadas para un desarrollo correcto desarrollo pues de no cumplirse apropiadamente el crecimiento se verá fuertemente afectado. Según la asociación Intagri dedicada a investigación y educación agropecuaria destacan los problemas de pasar por alto el factor de la temperatura y la humedad a la hora de realizar la siembra de la papa.

La papa se considera una planta termoperiódica lo que significa que para un desarrollo eficiente necesita de variaciones en las temperaturas durante el día y la noche siendo de 17 a 24 °C durante el día y de 12 a 16 °C por la noche, cuando las temperaturas descienden a menos de 10 °C o aumentan por sobre los 30 °C el desarrollo del tubérculo se ve completamente inhibido causando que el tamaño final se vea claramente reducido, esto es fundamental durante los primeros días de la siembra puesto que es el momento en el que la papa arraigara sus raíces y brotara su tallo a la superficie que posteriormente se encargara de proveer de los nutrientes necesarios a la papa durante su desarrollo.(Intagri, 2017).

De modo que en este caso ya no se habla tanto de beneficios al mantener al monitorear las temperaturas y la humedad si no que se habla de evitar problemas en el desarrollo final puesto que esta planta no es tan resistente como lo podían ser las anteriores, siendo este el caso el uso de un sistema de monitoreo puede ser de gran beneficio para asegurar el desarrollo de esta planta.

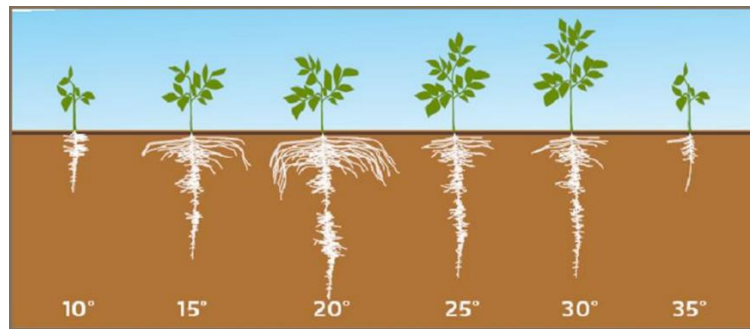


Figura 21. Temperatura de cultivo de la papa

Fuente: Intagri (2017). Efecto de la temperatura del terreno en la papa.

4.1.3.6. Quinua

La Quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo andino que se ha sembrado a lo largo de Sud-América principalmente en la Región Andina, hablando específicamente de la finca “La Victoria” el propietario ha mostrado interés en cultivar esta planta debido a que se han realizado varias cosechas con buena producción en la zona.

Las zonas predilectas para la quinua son aquellas con temperaturas templadas y bajas y en periodos de abundantes lluvias para un desarrollo más productivo, de modo que, los rangos óptimos de temperatura se encuentran entre los 15°C a los 25°C durante los primeros días de la siembra volviendo a la planta más resistente a heladas y temperaturas altas en la fase de desarrollo vegetativo y el estado de grano, las temperaturas altas o muy bajas durante los primeros días de germinación afectan el desarrollo y crecimiento de la planta. Las mejores épocas del año para esta planta en la Región Andina son Mayo – Junio y Septiembre – Octubre siendo meses en los que existe una mayor presencia de precipitaciones, aunque se puede llevar con riego periódico en una época con menos precipitaciones. (Aguilar & Gómez, 2016).

Siendo esta una planta que desarrolla mejor en climas templados y fríos con presencia de humedad se puede entender porque la esta planta se desarrolla correctamente en la región puesto que se adapta perfectamente a las condiciones climáticas.

4.1.3.7. Haba

Como la mayoría de las legumbres el haba requiere de climas templados y fríos con una presencia periódica de precipitaciones para un desarrollo óptimo, si bien la planta puede resistir temperaturas bajas incluso bajo los 0°C esta no puede resistirlo por un tiempo prolongado puesto que de mantenerse la planta se marchitará, Hinostraza et al. (2020) mencionan esto en referencia al crecimiento del haba: "Esta planta es altamente sensible a altas temperaturas en sus primeros días de siembra siendo las temperaturas de 15 °C a 20°C las óptimas y si es de más de 30°C o menos de 5 °C el crecimiento sería afectado". Marcando entonces los rangos óptimos y regulares para el crecimiento de esta planta.

Por el lado de la humedad esta planta necesita una presencia de lluvias o riegos constantes durante la etapa de siembra y la del crecimiento de las vainas una producción más grande, mientras que en el caso de pH esta es bastante permisiva puesto que necesita estar en el rango de 5 a 8 pH para obtener los nutrientes óptimos del terreno.

4.1.3.8. Frijol

El frijol es una planta que se siembra en épocas de verano en la zona, debido a su sensibilidad a épocas de frío y lluvias abundantes, sin embargo, es resistente a periodos de humedad baja y temperaturas templadas y preferentemente cálidas, Salcedo, (2017) señala que: "EL frijol es una planta apropiada para el verano, siendo las temperaturas entre los 15°C a 27°C y tolera temperaturas incluso sobre los 30°C, ..., si la humedad supera un 30% o se genera encharcamientos se vuelve susceptible a enfermedades", siendo esta una opción que se considera más exigente pues necesita de parámetros con rangos más cerrados y es que si bien en un principio esta planta puede que represente un riego algo mayor, el sistema de monitoreo pretende darle al agricultor más seguridad para escoger estas opciones para abrir la variedad de plantas que se produzcan en la finca.

4.1.3.9. Maíz

El maíz es una planta con una capacidad de retención de agua destacable que se ve mejorada si la temperatura y humedad del terreno durante la siembra son óptimos para un enraizamiento correcto.

El maíz prospera en temperaturas que van de los 21°C a los 27°C, el verano es la mejor época para su cultivo gracias a las temperaturas más cálidas y las precipitaciones escasas, su límite se encuentra en los 12°C para evitar una germinación ineficiente y no ver la capacidad de retención de agua reducida, el control de las condiciones del suelo es importantes tanto para acelerar el proceso de germinación como para fortalecerla frente a condiciones climáticas inesperadas. (Caviedes et al., 2020).

Esta planta comparte algunas similitudes con el frijol en el manejo de humedad y temperatura, pero esta planta es más resistente por lo que puede ser una opción en épocas de verano donde las condiciones climáticas sean menos favorables para el desarrollo de otras plantas más exigente.

4.1.3.10. Zanahoria

La zanahoria es una planta de climas templados o fríos, esta tolera un amplio rango de temperaturas y es que la semilla puede germinar desde los 10°C a los 35°C, sin embargo, el crecimiento en los primeros días puede sufrir de un crecimiento reducido si las temperaturas por debajo de los 10°C se prolongan durante varios días.

La variación de la temperatura de forma prolongada durante los primeros días resulta en alteraciones en la formación de la zanahoria, por ejemplo, temperaturas altas resultan en zanahorias cortas y gruesas, y temperaturas bajas resultan en zanahorias muy alargadas, pero realmente delgadas por lo que contar con una temperatura óptima de 15°C a 21°C para tener un desarrollo correcto sin alteraciones en su formación. (Gaviola, 2018, p.50).

De modo que la temperatura es el factor más importante en el cultivo de zanahoria puesto que de forma similar a la papa el crecimiento se ve muy alterado con variaciones fuertes en la temperatura.

4.1.4. Valores óptimos del terreno para el sembrado

Los factores más importantes considerando la información recogida tanto de las diferentes plantas como de la entrevista realizada al experto son la temperatura, humedad y pH, todas siendo fundamentales para un desarrollo óptimo en los primeros días de sembrado ya sea ayudando a una germinación más rápida o un enraizamiento más ramificado lo que fortalece la resistencia de la planta a condiciones desfavorables o imprevistos más adelante durante su ciclo de crecimiento. Así también, en caso de no cumplir con los parámetros óptimos de desarrollo de estos factores las plantas pueden presentar varios problemas desde una reducción en la producción o una mayor susceptibilidad a enfermedades.

4.1.4.1. Temperatura

Considerando las fuentes previamente mencionadas se definió la siguiente tabla con los rangos óptimos de temperatura, así como como los rangos regulares tanto por encima como por debajo del rango óptimo considerando insuficientes las medidas que estén por fuera de los rangos presentados por lo que las plantas verían afectado su desarrollo.

Tabla 15. Rangos de temperatura para la siembra

Planta	Rango		
	Regular -	Óptimo	Regular +
Trigo	12°C - 16°C	17°C - 22°C	23°C - 30°C
Cebada	10°C - 15°C	16°C - 20°C	21°C - 28°C
Alverja	10°C - 14°C	15°C - 19°C	20°C - 25°C

Cebolla	8°C - 15°C	17°C - 25°C	26°C - 32°C
Papa	15°C - 19°C	20°C - 25°C	26°C - 30°C
Quinua	8°C - 15°C	16°C - 23°C	24°C - 30°C
Haba	8°C - 14°C	15°C - 20°C	21°C - 28°C
Frejol	12°C - 16°C	17°C - 23°C	24°C - 28°C
Maíz	12°C - 17°C	18°C - 25°C	26°C - 32°C
Zanahoria	10°C - 15°C	16°C - 21°C	22°C - 28°C

Nota. Describe los rangos óptimos y regulares de temperatura para el correcto desarrollo de la planta durante su siembra.

4.1.4.2. Humedad

De la misma forma se definió los rangos de humedad gracias a la información encontrada en las fuentes previamente mencionadas, recalcando que el uso de porcentajes se toma en base al porcentaje de agua por cm^3 como se representa en la siguiente figura.

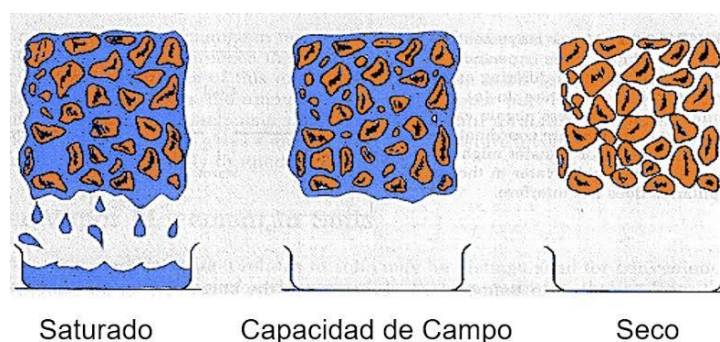


Figura 22. Porcentaje de humedad

Fuente: Pereira, et al. (2019). Grados de humedad del terreno.

De forma que se considera que la primera imagen muestra un terreno donde la humedad supera el 100%, la segunda imagen mostrando lo que corresponde al 100% donde el terreno está completamente cubierto de agua y la imagen final el 0% donde no existe la presencia de humedad en el terreno.

Tabla 16. Rangos de humedad para la siembra

Planta	Rango		
	Regular -	Óptimo	Regular +
Trigo	14% - 21%	22% - 29%	30% - 38%
Cebada	24% - 29%	30% - 40%	41% - 46%
Alverja	24% - 29%	30% - 36%	37% - 44%
Cebolla	15% - 19%	20% - 25%	26% - 30%
Papa	12% - 19%	20% - 26%	27% - 34%
Quinoa	18% - 26%	27% - 34%	35% - 40%
Haba	24% - 33%	34% - 40%	41% - 48%
Frejol	12% - 19%	20% - 28%	29% - 34%
Maíz	12% - 20%	21% - 28%	29% - 34%
Zanahoria	20% - 27%	28% - 35%	36% - 42%

Nota. Describe los rangos óptimos y regulares de humedad para el correcto desarrollo de la planta durante su siembra.

4.1.4.3. pH

En el caso del pH se cuenta únicamente con el valor óptimo puesto que de encontrarse el suelo en valores superiores o inferiores la planta no recibiría los nutrientes apropiados para su desarrollo lo que supondría que el crecimiento o producción se vea fuertemente afectada. Sin embargo, es necesario recalcar que la finca "La Victoria" cuenta con un terreno neutro por lo tanto el pH es favorable para estas plantas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17. Rangos de pH óptimos para la siembra

Planta	Rango Óptimo
Trigo	5,5 – 7 pH
Cebada	6 – 8pH
Alverja	6 – 7pH
Cebolla	6 – 7pH
Papa	5,5 – 7 pH
Quinua	6,3 – 7,3 pH
Haba	6 – 8 pH
Frejol	6,5 – 7,5pH
Maíz	6 – 7,5pH
Zanahoria	5,8 – 7pH

Nota. Describe el rango óptimo de pH para el correcto desarrollo de la planta durante su siembra y crecimiento.

4.1.5. Materiales Utilizados

4.1.5.1. Sensores

En base al presente proyecto se tiene percatado que en el mercado existen una variedad de sensores que pueden usarse, aquellos que se consideraron más acorde a los parámetros de lectura de humedad y temperatura usando una variación del voltaje del sensor de humedad con el voltímetro para medir

el pH del suelo mediante la conductividad de algunos elementos presentes en suelos neutros, alcalinos y ácidos.

Tabla 18. Sensores

Sensor	Nombre comercial	Funcionalidad	Función
Sensor de temperatura	DHT22	Es un sensor de bajo costo digital que mide la temperatura y la humedad	El sensor es muy preciso y es capaz de medir la temperatura y la humedad con una precisión de ± 0.5 °C y $\pm 2\%$, respectivamente
Sensor de humedad	FC_28	Para medir y detectar el nivel de humedad presente en el suelo	Utiliza el principio de la conductividad eléctrica para detectar la humedad presente en el suelo y generar una señal de salida para indicar el nivel de humedad
Sensor de pH	Voltímetro	Medir la cantidad de voltaje entre dos puntos en un circuito.	El voltímetro convierte esta corriente eléctrica en una lectura numérica, que se expresa en voltios. Esta lectura numérica es la diferencia de voltaje entre los dos puntos. El voltímetro se puede usar para medir la tensión de una batería, detectar fallas en un circuito eléctrico, verificar el voltaje de un circuito de control, etc.

Nota. Describe los sensores utilizados en el proyecto.

4.1.5.2. Placas

En base al presente proyecto se tiene percatado que en el mercado existen una variedad de placas que pueden usarse, aquellos que se encuentran más se acoplaron a las necesidades y funcionalidades del proyecto.

Tabla 19. Placas

Placas	Nombre comercial	Funcionalidad	Función
Ethernet y bluetooth	ESP32	Se utiliza para desarrollar aplicaciones de Internet de las cosas (IoT) y se puede programar en varios lenguajes de programación, incluidos C y Python.	Proporciona sistemas de control y conectividad para dispositivos electrónicos en aplicaciones IoT. Permite a los desarrolladores crear soluciones inteligentes y conectadas, como sensores, dispositivos remotos, aplicaciones de automatización del hogar y más.
Arduino Uno	Arduino Uno	Se utiliza para controlar una variedad de objetos, desde pequeños dispositivos hasta sistemas más complejos.	Permite analizar los valores de los sensores para adaptarlo al ESP32, con ello adoptar de pruebas de funcionalidad para optar en un mejor desarrollo
Breadboard	Breadboard	Se utiliza para prototipar y probar circuitos	La Breadboard tiene una serie de orificios conectados desde la parte posterior con malla de cobre para facilitar la inserción y conexión de componentes. Esto hace que sea muy fácil probar y crear esquemas, ya que los componentes se pueden mover y reutilizar fácilmente. Las placas de prueba son especialmente útiles para la creación rápida de prototipos, lo que permite a los desarrolladores probar y mejorar sus diseños antes de crear circuitos permanentes.

Nota. Describe las placas utilizadas en el proyecto.

4.1.6. Aplicación

Ya definido el monitoreo con los sensores de humedad, temperatura y pH se deben realizar en campo abierto se considera más conveniente el uso de una aplicación móvil que reciba los datos recopilados por los sensores mediante Bluetooth, a su vez tanto el registro de sesión como el almacenamiento de datos registro en la base de datos requerirán del uso de internet, al situarse la finca en una zona remota requería del uso de datos móviles, además, se consideró que el propietario de la finca cuenta con un dispositivo móvil y un plan de telefonía con datos móviles para establecer el desarrollo.

4.1.7. Frameworks

La decisión del framework de desarrollo se realizó considerando varios factores y características propias de los frameworks de desarrollo móvil más utilizados en la actualidad buscando el que mejor se adecue a las necesidades de desarrollo para la aplicación tanto en elementos de la interfaz gráfica, integración con bases de datos, la red de sensores y características de seguridad, así se sintetizó en la siguiente tabla.

Tabla 20. Comparación de Frameworks

Características	Framework		
	Ionic	Xamarin	Flutter
Lenguajes de programación	HTML, CSS y JavaScript	C#, Xaml, HTML	Dart, C, C++
Elementos de interfaz usuario	Ionic facilita el diseño de interfaces de usuario pues se puede elegir elementos de UI predeterminados de su librería de componentes en lugar de tener que codificar	Xamarin no ofrece una librería por defecto para elementos de interfaz de usuario por lo que el programador deberá buscar una forma animaciones o	Flutter cuenta con una variedad muy extensa de elementos pregerminados para el diseño de apps intuitivas y dinámicas y también podemos encontrar una extensa

	cada uno	tablas dinámicas no podrán ser integradas.	variedad de plantillas gratuitas
Tipo de framework	Híbrido	Híbrido	Híbrido
Plataformas compatibles	Android y IOS	Android, IOS y Windows	Android y IOS
Seguridad	La seguridad en Ionic suele ser constantemente cuestionada debido a su estructura web abierta por lo que al desarrollar una app este es un campo en el que el desarrollador debe programar y establecer los estándares de seguridad	Xamarin cuenta con protocolos de seguridad por defecto básicos sin embargo en lo que respecta a privacidad y protección de transferencia de información en bases de datos por ejemplo se necesita programar o buscar librerías para las necesidades de la app	Flutter integra por defecto protocolos de seguridad básicos así también de privacidad y Google ha proporcionado varias librerías para resolver problemas de seguridad o prevenirlos de forma rápida y considerablemente más sencilla que en otros frameworks
Rendimiento	Al ser una framework híbrido con una arquitectura basada en el diseño web el rendimiento es menor que el de un framework nativo, así también su capacidad de carga grafica es notablemente bajo en apps que exigen un nivel grafico medio o alto	Xamarin ofrece varias posibilidades de optimización ya sea con las jerarquías de diseño e imágenes o liberando espacio de notificaciones y servicios, aunque es necesario establecerlos en cada pantalla en la que sea requerido de modo que es un proceso manual que puede tomar bastante.	El rendimiento de Flutter es bastante sobresaliente gracias a una arquitectura que si bien no es nativa la emula con bastante resultado satisfactorio Android y IOS mejorando también el renderizado grafico

Características adicionales	Emplea Capacitor o Cordova para implementar de forma nativa o se ejecuta en el navegador como una aplicación web progresiva	Cuenta para bibliotecas específicas para originar apps ideales según los dispositivos que deben ser llamadas en las carpetas de plataforma correspondientes	con Google busca impulsar y su framework de modo que gran parte de sus herramientas como firebase no solo son compatibles, sino que han sido optimizadas brindando una gran variedad de herramientas gratuitas
Costo de desarrollo	Tanto el framework como sus principales librerías son de código abierto	El framework es de código abierto, sin embargo, algunos elementos de funcionalidades en línea o bases de datos pueden tener costos adicionales para trabajar con herramientas 100% compatibles ofrecidas por el mismo Microsoft	El costo de desarrollo de Flutter es considerablemente más bajo debido a que es de código abierto y que está enfocado en el desarrollo ágil.
Soporte de la comunidad	Ionic es un Framework de código abierto, muy bien documentado y con una comunidad activa, aunque en la actualidad se consideraría mediana en comparación a otras	Xamarin cuenta con una gran base de información proporcionada por Microsoft que a lo largo de los años, sin embargo, se ha notado una reducción en el soporte de la	Google se encuentra aumentando su base de información y actualizaciones periódicamente para mejorar el soporte a los usuarios y su comunidad que de momento no es tan grande a comparación

comunidad en los de otras se encuentra
últimos años que se ha en constante
movido a nuevas crecimiento
alternativas para
desarrollo móvil

Nota. Describe los factores que se tuvieron en cuenta para elegir el framework más apropiado para el desarrollo.

Finalmente, en base a las características de cada framework se decidió usar Flutter para el desarrollo de la aplicación, esto debido a su facilidad para el diseño de una interfaz dinámica así como el ver los cambios del diseño en tiempo real agilizando así dicho proceso, también, gracias a las librerías creadas por el mismo Google podemos contar con una gran variedad de herramientas gratuitas y optimizadas para el framework, además, el factor de que su estructura sea una que busca imitar la arquitectura nativa para Android y IOS que a diferencia de Xamarin y Ionic que están basados en arquitecturas web que han demostrado problemas en cuanto al rendimiento con elementos gráficos dinámicos o con actualizaciones de los sistemas operativos.

4.1.8. Base de Datos

Al escoger a Flutter como Framework de desarrollo se realizó un proceso similar para el establecer el gestor de base de datos para registrar usuarios, así como para registrar los valores obtenidos por los sensores para almacenar de forma segura dichos datos, por lo que se consideró los gestores más usados en Flutter para encontrar el que más se adecue a las necesidades del desarrollo.

Tabla 21. Comparación de Bases de Datos

Características	Base de Datos		
	SQLite	MYSQL	Firebase
Compatibilidad	La compatibilidad de SQLite con Flutter es directa pues cuenta con librerías oficiales que se siguen actualizando.	La compatibilidad con MYSQL no es directa con Flutter, esta necesita de varios procesos que se necesitan realizar para poder conectar una base en MYSQL.	Firebase es completamente compatible con Flutter pues es una de las herramientas brindadas por el mismo Google para su framework.
Complejidad	La complejidad de implementación de una base de SQLite es baja, esta crea una carpeta dentro de la misma aplicación para almacenar sus datos de forma local.	La complejidad para el uso de una base de datos en MYSQL es media, esta requiere de un servidor corriendo para ser utilizada que el programador mismo debe establecer.	La complejidad de la implementación de Firebase es media-baja dependiendo de lo que busque almacenar, esta cuenta con servidores web listos para ser usados.
Características adicionales	Al crear una base de datos local la velocidad de respuesta de la base de datos es muy rápida a comparación de las otras alternativas.	Una base de Datos en MYSQL nos permite trabajar con arquitecturas realmente complejas y su complementación con servicios web.	Firebase cuenta con varias herramientas realmente útiles como Firebase Authentication que automatiza procesos como el de registro de usuarios.
Requisitos para funcionamiento	Es necesario contar con un servidor pues SQLite	El funcionamiento en línea es necesario para	Firebase y todos sus servicios están

en línea tiene un su arranque pues a albergados en funcionamiento diferencia de un servidores dedicados principalmente ordenador un de Google por lo que enfocado al trabajo dispositivo móvil tiene únicamente deberemos local, así la complejidad muchas limitaciones contar con acceso a para implementarlo en para fungir como internet y una cuenta línea aumenta servidor propio. de Google. considerablemente.

Seguridad SQLite cuenta con Al no ser compatible Firebase cuenta con varios estándares de directamente con estándares de seguridad para el Flutter todos los seguridad realmente almacenamiento local, protocolos de fuertes que garantizan sin embargo, si seguridad deberán ser que los datos hablamos de funciones implementados por los almacenados se en línea los mismos desarrolladores. mantendrán programadores deben íntegramente y realizarlos de forma estaremos protegidos manual. de ataques de terceros.

Costo de implementación El costo de Es necesario contar con El costo de implementación local un servidor para su implementación varía es nulo, sin embargo, funcionamiento en todo en función de la para una funcionalidad momento, en cuanto al cantidad de datos que en línea se requiere de costes adicionales este vayamos a almacenar contar con servidor que no requiere mucho más o las herramientas que debe proporcionar el por lo que su coste es vayamos a usar pues en desarrollador. semejante al de SQLite caso de superar un rango será necesario pagar una mensualidad para usar este servicio, sin embargo, en un rango medio-bajo su servicio, así como varias

Nota. Describe los factores que se tuvieron en cuenta para elegir la base de datos más apropiado para el desarrollo.

De modo que se optó por el uso de Firebase para implementación de la base de datos debido a su compatibilidad con el framework y funciones en línea gratuitas en rangos de uso medios y bajos, también es importante recalcar que sus protocolos de seguridad ya establecidos brindan a las aplicaciones de una capa de seguridad adicional por la que los ataques de Backdoor o puesta trasera son más comunes, mientras que en los casos de SQLite y MySQL se debe cuidar también la seguridad del servidor donde se vaya a albergar la base de datos.

4.1.9. Metodología de desarrollo

La metodología de desarrollo se tiene pensado es en "V", puesto que define las distintas fases para validar el desarrollo del sistema de monitoreo, de igual manera para asegurar que el sistema cumpla los requerimientos y verifique su procedimiento. En pocas palabras es una modificación del modelo de cascada que muestra cómo se relacionan la actividad de prueba con el análisis y el diseño.

La corriente de especificación consiste en lo siguiente:

- Conceptos de operaciones, consta los que debe realizar el sistema.
- Requisitos del sistema y arquitectura de este, un diseño bien detallado de lo que se busca crear.
- Integración de las distintas partes, test y verificación de estas.
- Verificación y validación del sistema.
- Y, por último, mantenimiento del sistema.

4.1.10. Fases del diagrama

- **Fase1:** En este punto realizaremos un análisis de requisitos y especificaciones.
- **Fase2:** Determinar las características funcionales del sistema, en pocas palabras se redacta un análisis funcional, tanto como un diseño preliminar e integración.
- **Fase 3:** Se definen los componentes hardware y software del sistema final, en si se denomina arquitectura del sistema, un diseño detallado y pruebas de unidad.
- **Fase 4:** La fase de implementación en la que se desarrollan los elementos unitarios o módulos del programa, en si se realizara la programación del sistema.

4.1.11. Fase 1: Análisis de requisitos

En esta fase se conocen todos los factores relacionados con el proyecto es de suma importancia realizar análisis exploratorios y de campo para obtener información relevante en base a la problemática del proyecto en cuestión, cuando se obtienen los elementos básicos de los requisitos presentados cubren las necesidades del problema, por lo que se discuten los requisitos generales del sistema.

4.1.11.1. Datos preliminares

La presente investigación está dirigida a la finca "La Victoria" perteneciente a la comunidad de Tesalia, que se ubica en el Cantón Montufar la cual posee una extensión de 18 hectáreas de terreno apto para cultivos y en la cual se realizan una variedad de cultivos. Actualmente está carece de tecnificación para el monitoreo en sus procesos agrícolas, realizando estas actividades mediante métodos tradicionales, de esta forma se tiene que trasladar al lugar donde se realizara las siembras para realizar personalmente estas tareas, resultando tedioso tener que movilizarse largas distancias para cumplir con estas tareas.

Para continuar en el proceso se realiza una entrevista al propietario de la finca y de esta manera obtener los requerimientos del usuario. Se presentaron preguntas abiertas, mostrando interrogantes que presentan respuestas que

dieran paso a la argumentación para conocer los requerimientos y necesidades. Después de aplicar la técnica de la entrevista, se conocieron las razones para un mayor desarrollo de los temas de investigación propuestos. Para el desarrollo del prototipo se utilizaron materiales que se encuentran disponibles comercialmente a un precio accesible, pero que cumplen con las funciones necesarias para lograr los objetivos del proyecto.

4.1.11.2. Requisitos de la red de sensores inalámbricos

En cuanto a la red de sensores inalámbricos debe existir un nodo principal encargado de recolectar todos los datos enviados desde el nodo sensor el cual dentro de su estructura contiene todos los sensores que recolectarán datos del medio físico, para luego ser transmitidos hacia la aplicación y almacenada en la base de datos, además debe contar con un nodo el cual permita accionar los actuadores que permitan el funcionamiento del sistema de monitoreo y así los sensores establezcan un monitoreo con lo que respecta a la humedad, temperatura y pH del terreno.

En relación con lo anterior la red de sensores requiere las siguientes características:

- 1) El nodo sensor debe ser capaz de medir la humedad, temperatura y pH.
- 2) El nodo actuador debe permitir el accionamiento de la red de sensores.
- 3) El nodo coordinador debe receptar la información del nodo sensor para enviarla hacia la base de datos.
- 4) El nodo coordinador debe comunicarse con el nodo actuador para enviar los valores del prototipo
- 5) Debe existir una comunicación de los nodos.
- 6) Los datos deben ser captados en tiempo real.

4.1.11.3. Requisitos del aplicativo móvil

La aplicación móvil debemostrar información sobre las variables de humedad temperatura y pH del suelo las cuales se deben mostrar en tiempo real para conocer la situación actual del entrono dentro del área monitoreada y mostrada de forma sintetizada en la interfaz gráfica, además, se contará con pantallas informativas tanto de las plantas elegidas como de la finca y contacto con los responsables de la aplicación.

Dentro de los requisitos funcionales (RF) que el sistema tendrá están listados los siguientes y también se muestra los actores que se manejan en el sistema:

- a. **Administrador:** El administrador es aquel que se encarga de administrar los usuarios dentro del sistema y sus nodos, además tiene acceso completo al sistema.
- b. **Usuario:** Este usuario solo tiene acceso a la información sobre las variables climáticas obtenidas por el nodo sensor.
 - **RF1:** La aplicación móvil debe permitir al administrador y usuario el ingreso a la aplicación mediante el uso de un correo electrónico y una contraseña o un registro con una cuenta de Google.
 - **RF2:** El sistema permitirá el registro de los usuarios.
 - **RF3:** En caso de pérdida de contraseña el aplicativo contara con la opción de recuperación de la cuenta.
 - **RF4:** La aplicación móvil muestra al administrador y usuario en su pantalla principal los datos en tiempo real de las medidas obtenidas por los sensores.
 - **RF5:** El administrador tiene acceso a el control de los registros guardados.
 - **RF6:** El sistema cuenta con los reportes de las variables de forma general e individual.
 - **RF7:** El administrador y usuario puede editar sus datos personales dentro del aplicativo.
 - **RF8:** El administrador tiene acceso a la pantalla inicial donde se encuentran un menú para su navegabilidad dentro del sistema.

- **RF9:** el administrador puede gestionar a los usuarios y los dispositivos dentro del sistema.
- **RF10:** El administrador, encargado y usuario podrá cerrar su sesión si lo desea.

A continuación, se listan los requisitos no funcionales del sistema:

- El sistema se ajusta a los sistemas operativos móviles Android y IOS.
- La comunicación con el servidor no debe tardar mucho tiempo.
- La conexión de la red de dispositivos inalámbricos se realizará cuando se establezca la conexión desde la app.
- Para la autenticación se realiza una comparación de datos ingresados con la base de datos para poder continuar con las demás actividades caso contrario enviara un error de usuario o contraseña
- El aplicativo y los registros estarán disponibles en todo momento y la red de sensores solo cuando sea activado para revisar los parámetros del terreno.
- La interfaz debe ser amigable e intuitiva con el usuario.

4.1.12. Fase 2: Diseño funcional del sistema

En cuanto a los roles dentro de todo el desarrollo existen diferentes roles que pueden ser realizados por una misma persona delegando de la mejor forma posible los roles para un desarrollo ordenado y eficiente.

Tabla 22. Asignación de roles

Rol	Función	Asignado
Programadores	Contemplar construcción código, tiempo de conexión con el usuario y la elaboración de pruebas unitarias del sistema.	la David Imbaquingo, del Gandhi Ormaza de

Cliente Presentar el uso del Propietario de la Finca sistema, un historial, y “La Victoria” pruebas de aceptación de este.

Encargado de seguimiento Cumplimiento de las David Imbaquingo interacciones, y retroalimentar al equipo de trabajo para determinar si existen cambios.

Consultor Colaborar en la Msc. Milton del Hierro resolución de Mosquera complicaciones

Nota. Describe a los roles asignados en el proceso de desarrollo.

Luego de la fase de análisis de necesidades, se procede al diseño general del sistema para presentar la visión general del sistema, el diseño de la arquitectura enfocándose en el internet de las cosas, se ha plasmado una arquitectura en el marco teórico del estudio y en base a ello para desarrollar el proyecto, debe saber que cada intervención de diseño está vinculada a los requisitos identificados anteriormente.

A continuación, se presentan las vistas de negocio del prototipo donde se ubican las cuatro capas de la arquitectura IoT (Internet de las Cosas), donde se encuentran la capa de cosas, objeto y dispositivo, capa de punto de acceso, procesamiento de datos y capa de aplicación.

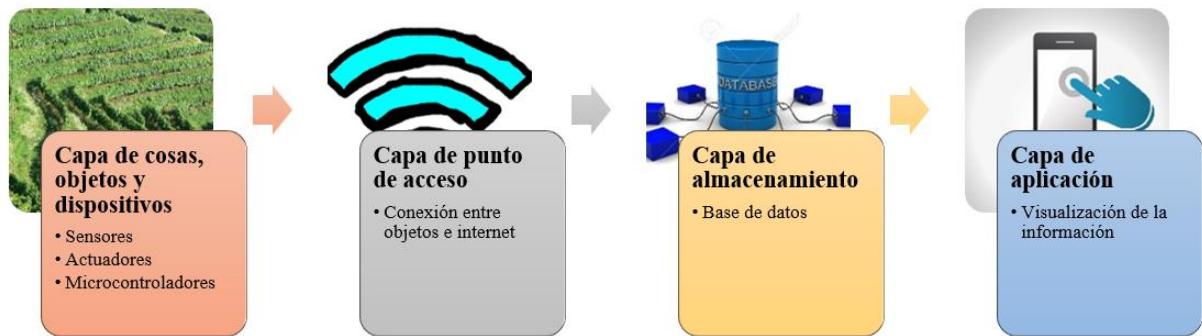


Figura 23. Capas de arquitectura IoT

Fuente: Propia.

En el primer apartado encontramos todos los dispositivos de recogida de datos para que envíen los valores de humedad del suelo, humedad relativa y temperatura ambiente de la zona a monitorizar y también el accionamiento del dispositivo para el riego. La capa de acceso permite que los dispositivos se comuniquen con Internet mediante el uso de estándares de comunicación. Dentro de la tercera capa se encuentra una base de datos para guardar los parámetros obtenidos desde la primera capa y por última esta la capa de aplicación en donde se presenta la aplicación web con la finalidad de mostrar de manera ordenada y capturable la

4.1.13. Fase 3: Diseño detallado del sistema

4.1.13.1. Tarjetas CRC

Las tarjetas CRC en la investigación están diseñados en función de cada historia de usuario para identificar una o más clases clave relevantes. Además, se establecen responsabilidades organizadas como tareas realizadas con colaboradores que forman parte de la clase principal y están involucrados en el desarrollo del software.

Tabla 23. Tarjeta CRC Administración de usuarios

Panel de control	
Responsabilidades	Colaboradores
Diseño formulario para ingreso de usuarios	Cliente Administradores
Proceso para guardar los usuarios	Usuarios
Proceso para editar usuarios	
Proceso para eliminar usuarios	Administradores

Observaciones: El personal autorizado proveerá el registro de los presentes requerimientos para registrar, editar y eliminar usuarios.

Nota. Describe las tarjetas CRC de usuarios del sistema.

Tabla 24. Tarjeta CRC Panel de Control

Panel de control	
Responsabilidades	Colaboradores
Diseño de panel de control de sensores	Cliente Administradores
Diseño del módulo servicios	Usuarios
Diseño del módulo usuario	Técnico

Observaciones: El personal autorizado proveerá el registro de los presentes requerimientos para acceder al panel de control

Nota. Describe las tarjetas CRC del Panel de Control del sistema.

Habiendo concluido el análisis de requisitos gracias al apoyo del propietario de la Finca "La Victoria", y observado la situación actual en la que se encuentra se procede a realizar el diseño del prototipo donde se muestra la arquitectura del presente proyecto.

4.1.13.2. Hardware de los nodos

El hardware del sistema está compuesto de nodos sensoriales los cuales obtendrán la información de parámetros del entorno como es la humedad del suelo, humedad relativa, la temperatura del ambiente, entre otro. El nodo coordinador es el que se encarga de recopilar la información enviada desde el nodo sensor de forma inalámbrica y luego ser transmitida a el sistema de almacenamiento mediante una conexión Bluetooth para ser visualizados en el aplicativo móvil.

- **Estructura nodo sensor.** El nodo sensor consta con su medio de transmisión, sus respectivos sensores de temperatura, humedad relativa y la humedad del suelo, también está un módulo que procesa los datos obtenidos por los sensores que es una placa arduino nano y una batería para alimentar el circuito.

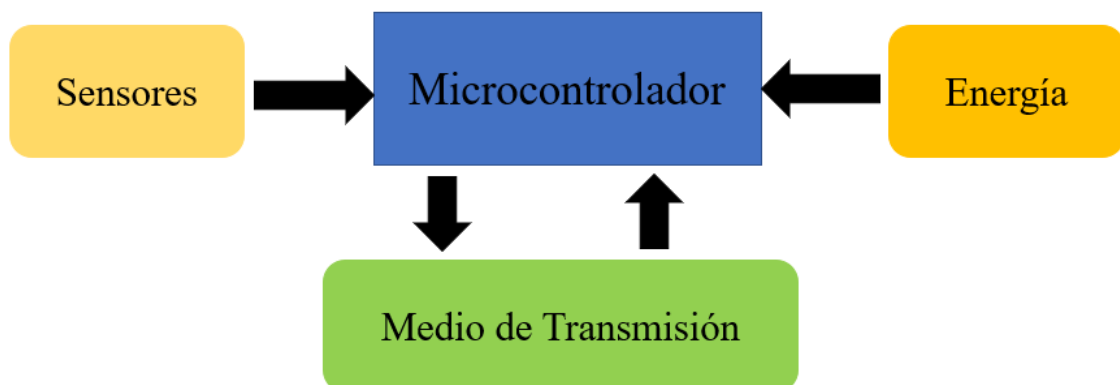


Figura 24. Estructura de nodo sensor

Fuente: Propia

- **Nodo sensor acoplado.** Se usará el microcontrolador de arduino al cual se le han conectado los sensores que enviaran la humedad y temperatura del ambiente, también se instalara un módulo que midiera la humedad del suelo y también se encuentra el módulo nRF24L01 el cual enviara toda la información de las variables antes mencionadas hacia el nodo coordinador, por último, se hace uso de un Power Bank que alimentara con energía al circuito.

- **Estructura nodo actuador.** En el nodo actuador toma la información recopilada para transmitirla al aplicativo móvil para posteriormente mostrarla de forma clara en la interfaz del sistema, en caso del proyecto se buscará mostrar cuales son los tipos cultivos que pueden tener complicaciones con los parámetros recopilados.

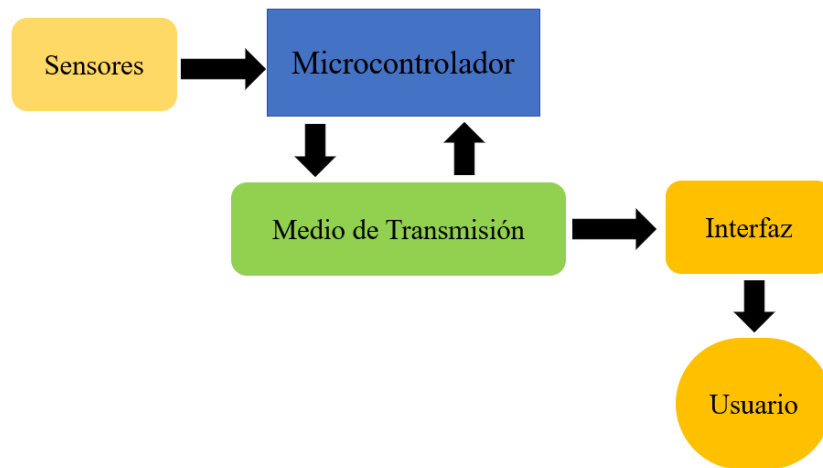


Figura 25. Estructura de nodo actuador.

Fuente: Propia

- **Nodo actuador acoplado.** En este apartado se usa un arduino nano como la base para procesar los datos enviados y así poder controlar el módulo relé el cual permitirá el encendido o apagado de acuerdo con la instrucción del usuario enviada desde el aplicativo.

4.1.13.3. Software del Sistema de Monitoreo

Para programar los microcontroladores de arduino y los sensores, se utilizará el software de PlatformIO en el entorno visual Studio Code, posteriormente realizar una conexión con el framework Flutter dentro del mismo entorno para realizar el diseño de interfaces.

- **Modelo de Casos de Uso.** Para el presente proyecto se consideró a 2 actores fundamentales dentro del modelo de casos de uso siendo en este caso el usuario que será el propietario de la Finca “La Victoria” y

el sistema de monitoreo que se encargará de enviar los datos recopilados por los sensores al aplicativo móvil.

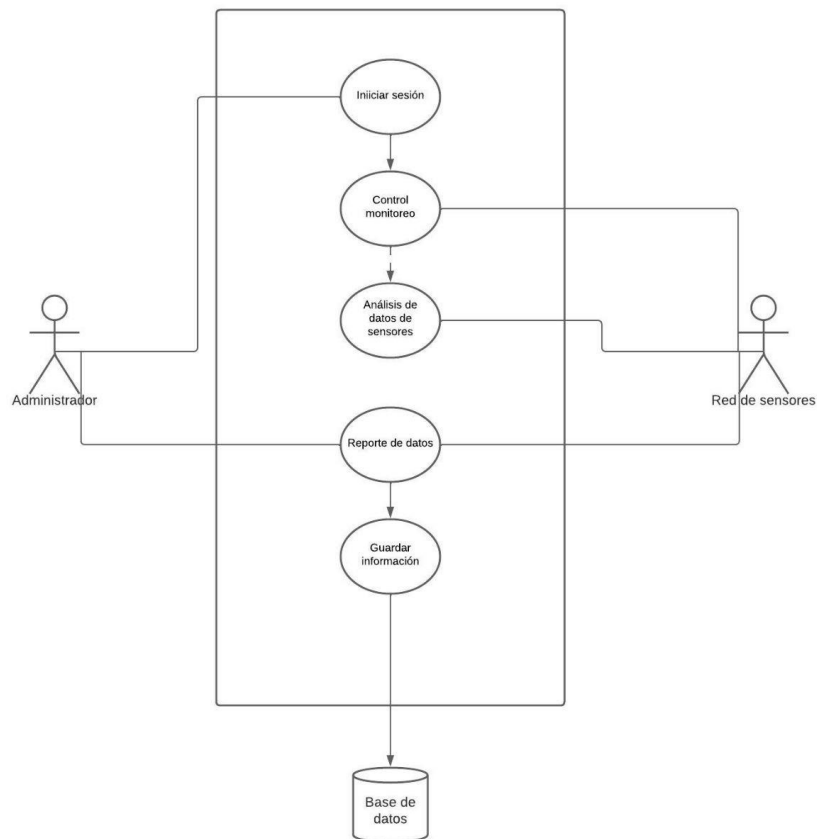


Figura 26. Diagrama de casos de uso

Fuente: Propia

Modelo de la base de datos. A continuación, se muestra el modelo de la base de datos a utilizar en el desarrollo de la aplicación móvil y su estructura. Proporciona un marco para diseñar, estructurar y mantener la base de datos de manera eficiente y efectiva. Un modelo de base de datos define los tipos de datos que se almacenarán en la base de datos, así como las relaciones que existen entre ellos.

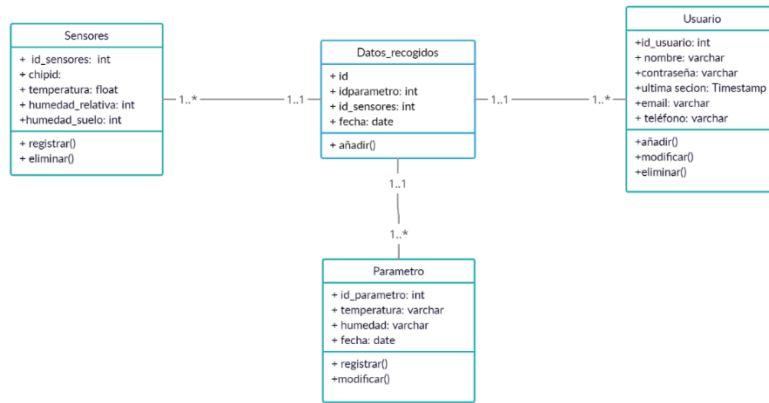


Figura 27. Modelo de base de datos

Fuente: Propia

4.1.14. Arquitectura

Arquitectura de autenticación de usuarios con Firebase Auth

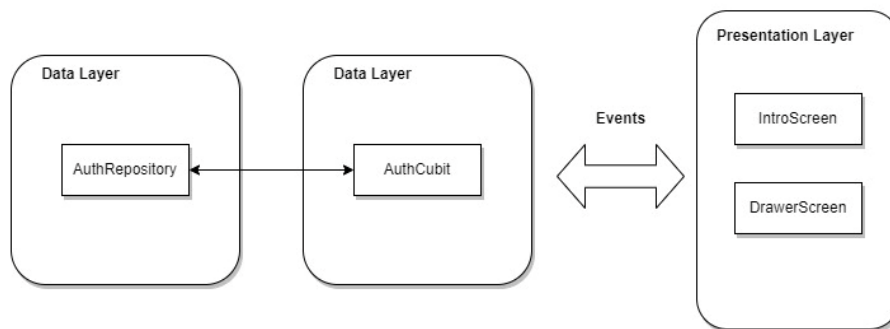


Figura 28. Diagrama de autenticación de usuarios.

Fuente: Propia

Arquitectura de autenticación con Firebase Firestore y Storage

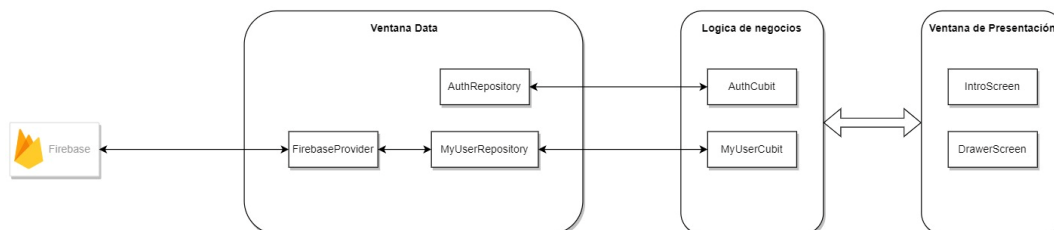


Figura 29. Diagrama de autenticación de usuarios con Storage y Firebase.

Fuente: Propia

Diseño de pantalla Intro, Login, Pantalla principal

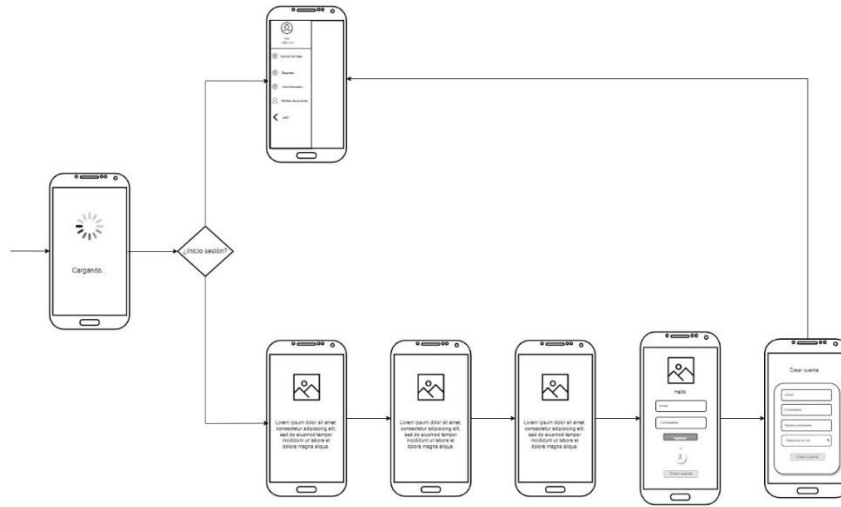


Figura 30. Diagrama de login en la aplicación móvil.

Fuente: Propia

Diseño de interfaces de administración, panel de control

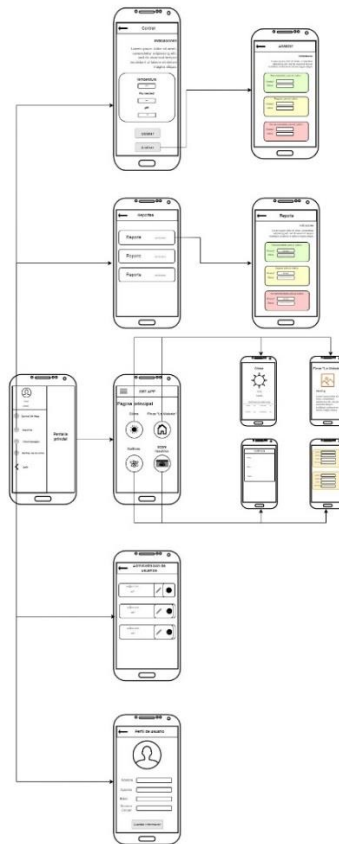


Figura 31. Diagrama de interfaces de la aplicación

Fuente: Propia

Diagrama de flujo del nodo controlador

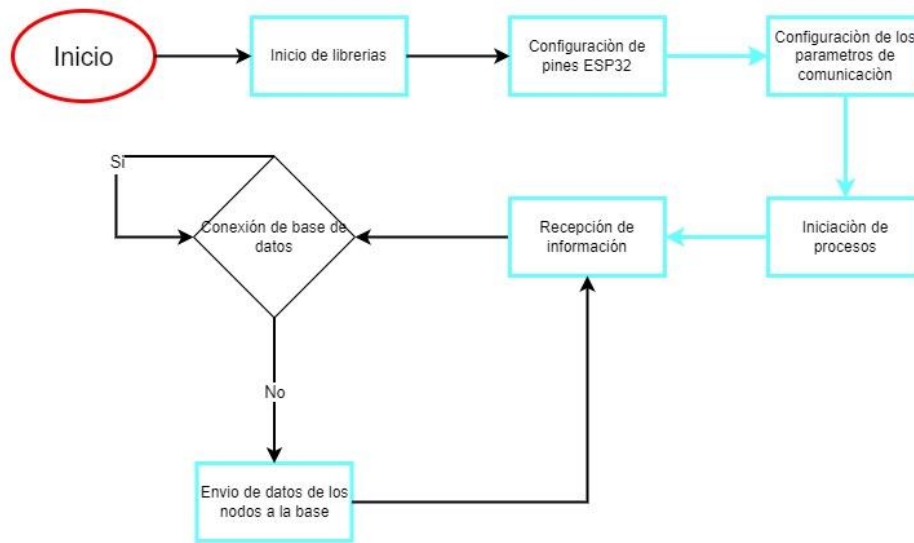


Figura 32. Diagrama de flujo del nodo controlador

Fuente: Propia

4.1.15. Aplicativo

Arduino y Flutter son dos plataformas populares en el mundo de la electrónica y el desarrollo de aplicaciones móviles, respectivamente. La combinación de ambos nos permite a crear una solución para lo cual conectadas combinan la capacidad de procesamiento y control de Arduino con la interactividad y la experiencia de usuario de Flutter.

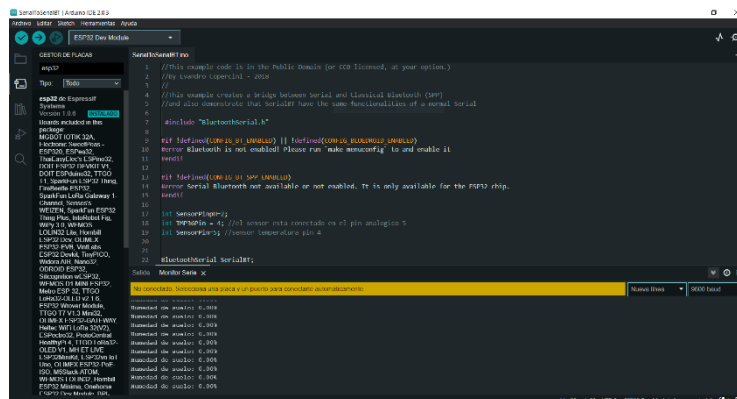
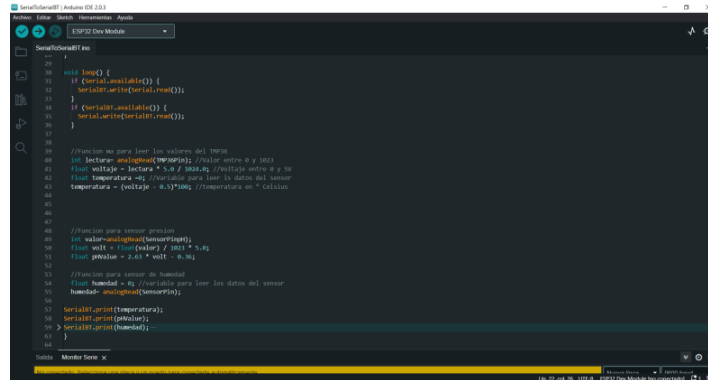


Figura 33. Conexión de Arduino con Flutter.

Fuente: Propia

El envío de datos de Arduino a Flutter es un proceso que se realiza mediante el puerto serie. Primero, el microcontrolador Arduino está programado para enviar los datos relevantes a través del puerto serie.



```
Serial.println("Inicio");
if (Serial.available()) {
  Serial.write(Serial.read());
}
if (Serial.available()) {
  Serial.write(Serial.read());
}

//Funcion para leer los valores del sensor
int Lectura = analogRead(A0); //lectura entre 0 y 1023
float voltaje = Lectura * 5.0 / 1024; //Voltaje entre 0 y 5v
float temperatura = 0; //funcion para leer los datos del sensor
temperatura = (voltaje * 0.57738); //temperatura en Celsius

//Funcion para sensor presion
int valor = analogRead(A1);
float volt = (valor / 1023) * 5.0;
float presion = 2.03 * volt * 0.01;

//Funcion para sensor de humedad
float humedad = 0; //funcion para leer los datos del sensor
humedad = analogRead(A2);

Serial.print(temperatura);
Serial.print(humedad);
Serial.print("\n");
}
```

Figura 34. Envío de datos de la red de sensores a la aplicación

Fuente: Propia

El envío de datos de Arduino mediante un ESP32 a Flutter es un proceso que combina la capacidad de procesamiento y control de Arduino con la interactividad y la experiencia de usuario de Flutter. Primero, se programa el microcontrolador de Arduino para enviar los datos relevantes a través del ESP32 mediante una conexión tanto Bluetooth como Wi-Fi. A continuación, se conecta el dispositivo Flutter a la red Wi-Fi y se utiliza un plugin de Flutter para leer los datos enviados desde el ESP32.



Figura 35. Diseño de la página principal

Fuente: Propia

Una vez que se reciben los datos de Flutter, se pueden usar para actualizar la interfaz de usuario de la aplicación o realizar cálculos y decisiones en tiempo real. Los datos recibidos se pueden utilizar para mostrar la información capturada por el sensor en tiempo real en la aplicación móvil.



Figura 36. Prueba de lectura de datos de la red de sensores en la aplicación.

Fuente: Propia

4.1.16. Escalabilidad del prototipo

El uso de una aplicación para dispositivos móviles, así como la facilidad de trasladar el prototipo brinda la capacidad de uso para un monitoreo de tipo intermitente en semilleros de una dimensión máxima de 45cm x 45cm o 2025 centímetros cuadrados usando un solo sensor de humedad pues este es su rango de lectura, el semillero y su área de cobertura se muestra a continuación:

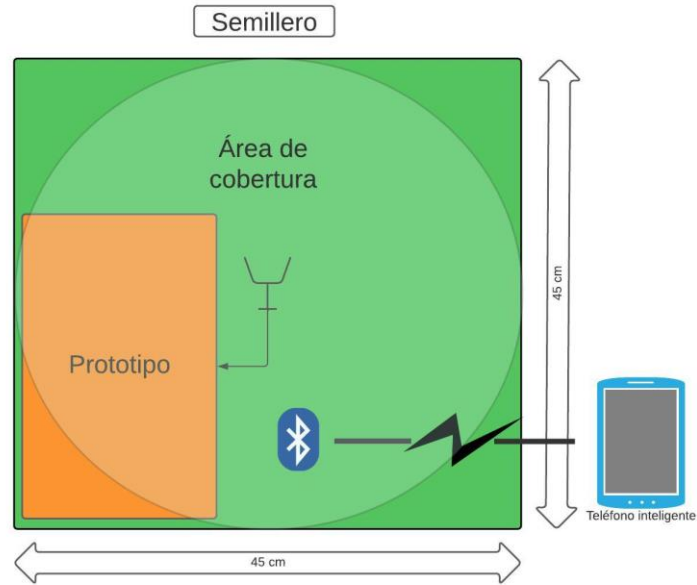


Figura 37. Semillero de 45cm x 45 cm.

Fuente: Propia

De modo que como se muestra el prototipo puede leer las propiedades de la tierra de semilleros considerados pequeños o macetas de plantas medianas, establecida la lectura de un semillero simple podemos unir varios de estos aumentando únicamente más sensores de humedad que la aplicación le mostrara al usuario mediante una media de las lecturas enviadas por cada sensor, mientras que la muestra de la temperatura leída por el sensor de temperatura basta para la nueva área establecida en 0,9 m x 0,9m como se muestra la siguiente figura:

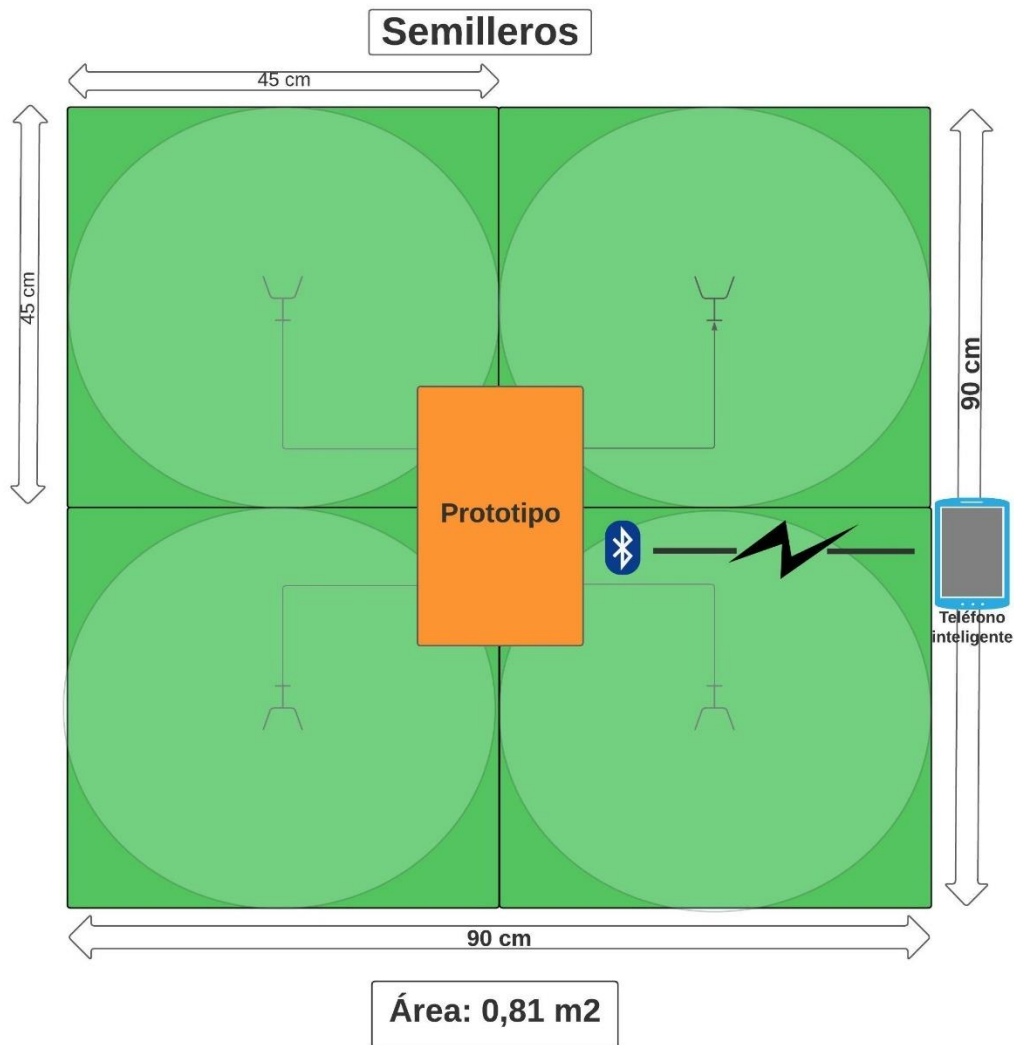


Figura 38. Semillero de 45cm x 45 cm.

Fuente: Propia

De este modo el prototipo es capaz de realizar lecturas de monitoreo en un área considerable sin la necesidad de aumentar demasiado el coste, sin embargo, se considera este el tamaño límite para un solo prototipo puesto que si bien podemos seguir aumentando el número de sensores de humedad los cables necesarios para conectarse causarían problemas en el brote de las semillas de varias plantas y la muestra de temperatura recogida por el sensor de LM35 podría no representar el valor real de las áreas más alejadas al centro.

En cuanto a los costes del prototipo estos se describen en la siguiente tabla:

Tabla 25. Presupuesto del prototipo

Elemento	Cantidad	subtotal
Sensor DHT22	1	\$ 8.20
Sensor FC-28	4	\$ 2.50
voltímetro	1	\$ 2.75
Baterías AA	2	\$ 3.50
Protoboard	1	\$ 3.00
Placa ESP32	1	\$ 13.00
Cables macho-hembra	10	\$ 1.00
Cables macho-macho	10	\$1.00
Cables hembra-hembra	10	\$ 1.00
	TOTAL	\$35.95

Nota. Describe el precio de los componentes usados en el prototipo.

4.2. PROPUESTA

Una vez analizada la información brindada por el propietario de la finca "La Victoria" se determinó que no cuenta con herramientas tecnológicas o que percate los parámetros del terreno en los semilleros antes de escoger una planta para realizar una siembra. Por ese motivo, el desarrollar este proyecto traerá consigo una gestión más precisa en la parte de optar que cultivo sea

más adaptable dependiendo de variabilidad de ciertos parámetros. El sistema de monitoreo está contemplado en realizar una aplicación móvil, el cual manipule una red de sensores nos permitirá analizar tanto la humedad, temperatura y el pH del terreno.

De la misma forma, el uso de una metodología mixta nos permitió sustentar nuestra idea a defender, además, el poder describir los resultados que se tiene planteado obtener con el estudio que se realizara en la presente finca, con ello responder las preguntas de investigación que emergieron por parte de nuestro objetivo general y específicos entregando un sistema que se adapte a las necesidades de la finca así como contemplar un modelo de desarrollo que pueda ser tomado como base para su adaptación a otros medios y entornos o que considere la recopilación de estos factores del terreno enfocados en otros factores.

El proceso de elaboración contempló en una serie de etapas de desarrollo del sistema mediante el uso de la metodología de desarrollo en V la cual partió de la definición de requerimientos tanto de los parámetros importantes para el cultivo de plantas mediante una entrevista a un experto y la investigación de fuentes certificadas como la obtención de los requerimientos del propietario de la finca para el cual se amoldo el diseño del sistema, posteriormente con el diseño funcional del sistema mediante el uso de herramientas de maquetado para la red de sensores y de las funciones que realizara la aplicación, continuando con el diseño técnico donde se definió la arquitectura e interfaces del sistema donde tras comparar distintas tecnologías y herramientas se decidió finalmente optar por Flutter como framework de desarrollo para una aplicación móvil que a su vez cuenta con un sistema de registro con Firebase Authentication y como gestor de la base de datos, siguiendo con la especificación de componentes se definió el uso de una serie de sensores en particular que conectados a una aplicación móvil mediante una placa de comunicación Bluetooth mostrarían los parámetros del terreno de forma procesada y estructurada, finalmente todos estos procesos se desarrollaron durante la fase de código que a lo largo del proceso fue evaluado en cada uno de las fases realizando revisiones tanto con el propietario de la finca como con el docente tutor del plan de investigación

para realizar cambios y mejoras que nos permitan obtener un prototipo bien estructurado.

Además, se encontró la gran funcionalidad que puede tener una red de sensores para el monitoreo en el área agrícola que actualmente tiene un crecimiento en su uso para agricultura de precisión que busca cultivar plantas con las condiciones más óptimas en diferentes parámetros o momentos del proceso, por su lado el monitoreo del terreno de los semilleros antes de realizar una siembra ha mostrado una variedad de beneficios en lo que respecta ya sea a la producción, resistencia y desarrollo acelerado de diferentes plantas por lo que se ha considerado de gran interés el controlar estos parámetros dentro de los procesos de elección de un cultivo en la finca "La Victoria" gracias a conocer como el desconocimiento de estos factores pudo haber sido la causa de problemas durante el proceso de siembra de algunos cultivos.

Finalmente, el uso de una aplicación móvil mostro una mayor facilidad en cuanto a la lectura y conexión con una red de sensores que recopilaran las propiedades del terrenos de cultivo pues al trabajar estas en un espacio abierto, el uso de equipos de cómputo de escritorio o laptops dificultan la movilidad del sistema incrementado complicaciones al usuario, de igual forma se acoplo perfectamente al uso de un modo de monitoreo intermitente pues este puede ser iniciado siempre que el usuario lo desee con mayor rapidez, el monitoreo permite entonces conocer los parámetros del terreno de cultivo en los semilleros para mejorar la percepción general del agricultor en relación al cultivo que mejor se adapte en ese momento considerando tanto plantas que se cultivan frecuentemente en la finca como plantas que se cultivan en la zona y en las que el propietario ha mostrado interés aumentando el rango de opciones a considerar en ese momento mejorando así la percepción de las propiedades de su finca a la hora de tomar la decisión con respecto al cultivo más favorable.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se cumplió con el objetivo general del presente trabajo de investigación referente al desarrollo de un sistema de monitoreo que recopile las propiedades del terreno de semilleros en la finca "La Victoria", esto mediante una aplicación móvil con un diseño estilizado e intuitivo apoyada con una red de sensores inalámbricos que recopilen la humedad, temperatura y pH de la tierra.

- Se consiguió realizar una investigación bibliográfica en medios físicos y digitales en la que se logró fundamentar teóricamente el presente trabajo de integración curricular, facilitando la comprensión y entendimiento de conceptos generales relacionados a los beneficios de un sistema de monitoreo para la toma de decisiones.
- Se estableció los requerimientos necesarios para una red de sensores que capturaran los parámetros de humedad, temperatura y pH del suelo y que se comunicara con la aplicación mediante Bluetooth para realizar un monitoreo intermitente del terreno los semilleros.
- Tras comparar varias tecnologías como Frameworks, gestores de bases de datos, placas y sensores se estableció el desarrollo de una aplicación móvil con el Framework Flutter debido a una arquitectura más eficiente y un mayor dinamismo a la hora de diseñar la interfaz gracias a que las modificaciones se realizan en tiempo real, además, se escogió a Firebase como gestor de base de datos debido a su conectividad nativa con Flutter y un modelo de servicio de host gratuito en rangos bajos de espacio y una gran variedad de herramientas incluidas como Firebase Auth para la gestión de usuarios.

5.2. Recomendaciones

- Realizar una investigación bibliográfica en medios digitales es complicado al momento de encontrar fuentes fiables por lo que se recomienda buscar plataformas digitales y bibliotecas virtuales certificadas y utilizar palabras claves y buenas prácticas de búsqueda para encontrar artículos, libros, tesis de grado que se relacione a nuestro trabajo de investigación y evitar sitios como blogs, paginas sin verificación o wikis debido a la poca fiabilidad en la procedencia de la información.
- Es importante definir claramente cuáles son los parámetros que va a medir una red de sensores para buscar las placas y sensores más apropiados para las necesidades de cada proyecto pues las funcionalidades de un sensor o placa puede combinarse a otras para conseguir la recopilación de parámetros para los que un sensor directo tenga costos fuera del presupuesto, poca disponibilidad o inexistencia en el caso de pH del suelo.
- Tras comparar varios frameworks de desarrollo móvil híbrido se recomienda usar Flutter para el desarrollo de futuros proyectos pues cuenta con una gran variedad de librerías oficiales que facilitan y agilizan el desarrollo desde seguridad, plantillas de diseño dinámicas gratuitas, optimización y herramientas oficiales de Google adaptadas para una ejecución óptima, así como un mejor rendimiento gracias a su arquitectura basada en la emulación de las aplicaciones nativas de cada sistema operativo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E., & Gómez, L. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Albornoz, c., Berón, M., & Montejano, G. (2017). *Interfaz Gráfica de Usuario: el Usuario como Protagonista del Diseño*. San Luis: Universidad Nacional de San Luis.
- Almeida, I & Ochoa, J. (2018). *Diseño y construcción de un robot explorador de terreno*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Almela Quilis, A. (3 de Septiembre de 2015). Monitorización hemodinámica no invasiva o mínimamente invasiva en el paciente crítico en los servicios de urgencias y emergencias. Emergencias 2015. Recuperado de <https://www.semes.org/wp-content/uploads/2019/06/articulo-monitores.pdf>
- Amondaray, J., Fuentes, F. & Calderón, C. (2020). Redes de Sensores Inalámbricos Definidas por Software. *RIELAC*, 41 (2), pp. 39-50.
- Arias Del Prado, J. (2020). Uxables. Recuperado de <http://www.uxables.com/disenio-ux-ui/wireframes-y-prototipos-en-ux-ventajas-y-objetivos/>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (Sexta edic). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Armetrics. (2022). Armetrics. Qué es Framework. Recuperado de <https://www.armetrics.com/glosario-digital/framework>

- Arrieta Hinostraza, F. C., & Deudor Lopez, E. L. (2020). Estudio del efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento verde del cultivo de haba (*Vicia faba* L), variedad Pacae amarillo en condiciones de Huariaca-Pasco 2018. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
- Bolívar, M. (2017). EL CULTIVO DE LA ARVEJA Y EL CLIMA EN EL ECUADOR. Quito: INAMHI.
- Barrera, G. (2018). Barrera, G. M. (2018). Estilo arquitectónico para aplicaciones IoT. Recuperado de <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/664.pdf>
- Bravent. (2016). *Universal Windows Platform Xamarin*. Recuperado de https://www.bravent.net/wp-content/uploads/2016/02/Introduccion-a-Xamarin-y-Xamarin.Forms_1.pdf
- Castillo, G. (2018). Estudio y diseño de una red inalámbrica Wi-Fi para servicio de internet público gratuito en el Terminal Terrestre Green Center de la Ciudad de Esmeraldas (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Caviedes, M., Carvajal-Larenas, F. E., & Zambrano, J. L. (2020). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, (1).
- Centro Criptológico Nacional. (2018). ENS. Seguridad en Bluetooth. Recuperado de <https://www.ccn-cert.cni.es/series-ccn-stic/800-guia-esquema-nacional-deseguridad/2707-ccn-stic-837-ens-seguridad-en-bluetooth/file.html>
- Chango, C. (2018). *Sistema de monitoreo de nivel de ruido ambiental para el casco central de la Ciudad de Ambato*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Cinde. (2018). Cinde. Aplicaciones Híbridas, eficacia y versatilidad. Recuperado de <https://cinde.es/blog/aplicaciones-hibridas-eficacia-y-versatilidad/>

- Dávila, C. (2018). Investigación y diseño de arquitectura de red con tecnología WIMAX en convergencia con tecnología WiFi para mejorar la calidad de servicio de TEG-TEL (tesis de pregrado). Universidad de Las Américas, Quito.
- DEWE Soft. (2020). *¿Qué es un Sensor y Qué Hace?*, Recuperado de <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor#what-do-sensors-do>
- Díaz, R. (2018). *Diseño y construcción de un prototipo de robot tetrápodo sembrador de semillas para leguminosas*. (Tesis de grado). Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Sangolquí, Ecuador.
- Domínguez, I. (2022). Filament2Print. Recuperado de https://filament2print.com/es/blog/133_fabricacion-de-prototipos-con-impresion-3d.html#:~:text=El%20prototipado%20r%C3%A1pido%20mediante%20impresi%C3%B3n,como%20la%20funcionalidad%20del%20producto.
- Dueñas González, R. (Abril de 2020). Dental para cual. Obtenido de Monitoreo no invasivo en el paciente odontológico: <https://dentalparacual.com/monitoreo-no-invasivo-en-el-paciente-odontologico/>
- Escobar, J. (2020). *Sistema de monitoreo IOT de calidad de aire usando una red de sensores fijos y LORAWAN en el campus Sangolquí de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE*. (Tesis de grado). Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Sangolquí, Ecuador.
- Espacio Honduras. (26 de octubre de 2021). *Concepto de Microsoft Visual Studio, qué es y para qué sirve Microsoft Visual Studio*. Recuperado de <https://www.espaciahonduras.net/microsoft-visual-studio-concepto-y-que-es-y-para-que-sirve-microsoft-visual-studio>
- FAO. (2017). *Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria*. Roma: Food & Agriculture Organization of the United Nations.

- Fernández Iglesias, M. J. (2020). Desire. Recuperado de <https://desire.webs.uvigo.es/prototipado-en-design-thinking/>
- Firebase, (2021). Documentación de Firebase. Firebase Authentication. Recuperado de <https://firebase.google.com/docs/auth>
- García, L. (2005). *Navegación autónoma de robots en agricultura: Un modelo de agentes*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Gaviola, J. (2018). Manual de producción de zanahoria. Instituto nacional de Tecnología Agropecuarias. Lima.
- González, M., Jumbo, M., Quiñonez, M. & Torres, R. (2017). Sistema De Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y Plataformas De Internet De Las Cosas. *Enfoque UTE*, 8(1), 329-343.
- González, V. (2019). GCFGlobal. ¿Qué son las aplicaciones?. Recuperado de <https://edu.gcfglobal.org/es/cultura-tecnologica/que-son-las-aplicaciones-o-programas/1/>
- Hernández, D. (9 de Febrero de 2022). 3Dalia. Recuperado de https://3dalia.com/tipos-de-prototipado/#Cuales_son_los_tipos_de_prototipado
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. México: Mc Graw Hill
- Herranz, S. (2018). Medium. Recuperado de <https://medium.com/rocket-studio-ux/wireframe-mockup-y-prototipos-en-busca-de-sus-diferencias-23a03bcbdb69>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. (2016). Agricultura Conceptos y definiciones, Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/anuario/anuario99/cap06/concep06.pdf>

- INTAGRI. (2017). Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa. Serie Hortalizas. Núm. 10. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.
- Interop. (2020). Interop. Recuperado de <https://interop-la.com/monitoreo-continuo.html#:~:text=Beneficios%20del%20Monitoreo%20Continuo&text=Ahorra%20tiempo%20mediante%20la%20programaci%C3%B3n,a%20d%C3%ADa%20de%20la%20organizaci%C3%B3n>.
- Inzunza, G. (2021). Monitoreo básico en ventilación mecánica de pacientes con COVID-19, replanteando lo que conocemos. *Med Int Mex*, 141-149. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2022/mim221o.pdf>
- Jibel, B. (2017). Platzi. Recuperado de <https://platzi.com/blog/wireframes-prototipos-mockups-que-son/>
- Jones, K. (2022). Cigna. Recuperado de <https://www.cigna.com/es-us/knowledge-center/hw/monitorizacin-fetal-durante-el-trabajo-de-parto-abq2951#:~:text=Para%20la%20monitorizaci%C3%B3n%20intermitente%20la,durante%20el%20trabajo%20de%20parto>.
- Kaschel, H., Alvarado, J., y Torres, V. (2014). Redes de Área Corporal Inalámbricas: Requisitos, Desafíos e Interferencias.
- Mamani, M., Villalobos, M., & Herrera, R. (2017). *Sistema web de bajo costo para monitorear y controlar un invernadero agrícola*. *Ingeniare*. Revista chilena de ingeniería.
- Martínez, E. (2021). ¿Qué es la robótica? *Revista de Robots*, p.2-3. Recuperado de <https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/que-es-la-robotica/>
- Miranda, L., López, C., Benítez, I., & Mejía, J. (2016). Desarrollo radical y rendimiento en diferentes variedades de trigo, cebada y triticale bajo condiciones limitantes de humedad del suelo. Ciudad de México: Terra Latinoamericana.

- Moreno, G. (2022). Cibernin. Mejores Framework de Desarrollo de aplicaciones multiplataforma (web y móvil). Recuperado de https://ciberninjas.com/mejores-sdk-multiplataforma-2019-20/#1_Flutter
- Moreno Sasig, N. G., Vélez Muentes, J. R., Campuzano Franco, M. A., Zambrano Córdova, J. R., & Vera Pinargote, R. G. (30 de Agosto de 2021). Monitorización invasiva y no invasiva en pacientes ingresados a UCI. *Recimundo*, 278-292. doi:10.26820/recimundo/5.(2).julio.2021.278-292
- Nájera González, X. (2014). Criminología, derecho penal y uso de monitores electrónicos. Puntos de encuentro epistemológico en la protección de los derechos humanos y la seguridad pública. *Revista del Instituto de Ciencias Jurídicas de Puebla A.C.*, 102-124. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2932/293233779007.pdf>
- Novopharma. (2021). Novopharma. Recuperado de <https://novopharma.com.mx/monitoreo-clinico/>
- Peira, J. F. M., de la Horra, G. R., Masaguer, A., Rodríguez, P. V., & Yousfi, S. (2019). Evaluación del empleo de un bioestimulante sobre diferentes tipos de terreno en el cultivo gramíneas cespitosas. XII JORNADAS ceiA3 DEL GRUPO DE SUSTRATOS, 66.
- Pérez, M., & Mancebob, J. (2010). Monitorización de la mecánica ventilatoria. Scielo. Recuperado de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912006000900004
- Pérez, B., Koo, J. M., García, F., & Carmona, J. (2016). Automatización, monitoreo y control remoto de un sistema de riego agrícola con código abierto. In *LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*,(20) (pp. 1-9).
- Pipa, J. (2019). *Redes Inalámbricas*. (monografía). Lima, Perú. Universidad Nacional de Educación.

Posada, F. (2017). Creando aplicaciones para móviles Android con MIT App Inventor 2. Observatorio de tecnología educativa. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Madrid, España.

ProPharma. (2021). Recuperado de <https://propharmaresearch.com/en/articulo/difusion/que-es-monitoreo-estudios-clinicos#:~:text=El%20monitoreo%20de%20ensayos%20cl%C3%ADnicos,eficacia%20de%20los%20nuevos%20medicamentos.>

Quintero, J. (2019). CULTIVO EXTENSIVO DE LA CEBOLLA. Madrid: Neografis.

Quiroz Fredy. (2022). Diligent. Recuperado de https://help.highbond.com/helpdocs/highbond/es/Content/get_started/solution_guides/continuous_monitoring/continuous_monitoring.htm

RAE. (2021). Real Academia Española. Cultivar, Recuperado de <https://dle.rae.es/cultivar>

Rawson, H., & Helena Gómez. (2019). TRIGO REGADO (Manejo del Cultivo). Roma: FAO editorial.

ReclutIt. (2020). ReclutIt. Recuperado de <https://reclut.com/que-es-el-continuous-monitoring/>

Rosero, V. (2018). Análisis y estudio del uso de la tecnología Li-Fi en sistemas de reproducción multimedia mediante streaming para la utilización a mediano plazo en el Ecuador (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Ruiz Rojo, M. Á. (2016). Diseño de los wireframes de una herramienta web dedicada a la búsqueda de empleo, desde el enfoque y metodologías del diseño centrado en el usuario. Recuperado de <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/33161/11/mruizroTFC0614 memoria.pdf>

Salcedo, J. (2017). Guías para la regeneración de germoplasma Frijol común. Cali: Global Corp Diversity Trust.

Salgado, C. (2016). Sketchs, mockups, wireframes y prototipos. Creación, Diseño, Interfaces. Recuperado de <https://mosaic.uoc.edu/2015/09/15/proceso-de-desarrollo-de-un-proyecto-digital/>

Serna, A., Ros, F., & Rico, J. (2010). Guía práctica de sensores. España: Creacionaes Copyright.

Shelly. (2019). Monitoreo electrónico limpio y sucio. Justice Trends. Recueperado de <https://justice-trends.press/es/monitoreo-electronico-limpio-y-sucio/>

SQLite, (2020). SQLite Documentation. What is SQLite. Recuperado de <https://www.sqlite.org/index.html>

UNAN. (2017). Curso E-DC-5.2 Monitoreo, Seguimiento y Evaluación de Proyectos. Managua: CICAP.

Universaria. (2016). ¿Qué es un prototipo y para qué sirve?, Recuperado de <https://www.universia.net/es/actualidad/empleo/que-prototipo-que-sirve-1131645.html>

Vázquez, G. (2016). Introducción a Python. Recuperado de https://www.bravent.net/wp-content/uploads/2016/02/Introduccion-a-Xamarin-y-Xamarin.Forms_1.pdf

VIII. Anexos

Anexo 1: Actas de sustentación de Predefensa



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	IMBAQUINGO AYALA DAVID IVÁN	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402122436
PERIODO ACADÉMICO:	2022 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUJARRO	DOCENTE TUTOR:	MSC. MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
DOCENTE:	MSC. MARCO ANTONIO YANDÚN VELASTEGUI		
TEMA DEL TIC: "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE TERRENO EN LA FINCA LA VICTORIA"			
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	revisar los variables de estudio y su operacionalización
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	
3	METODOLOGÍA	7,00	explicar la metodología de desarrollo de la propuesta
4	RESULTADOS	7,00	demostrar con diferentes tipos de suelos el funcionamiento del prototipo
5	DISCUSIÓN	7,00	justificar técnicamente el alcance de la propuesta en un área de terreno extremo.
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	verificar el funcionamiento del prototipo
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	incluir lenguaje técnico en la presentación
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	incluir el certificado del conformidad del usuario.

Obteniendo una nota de: 7,00 Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 10 de febrero de 2023

MSC. JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUJARRO
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
DOCENTE TUTOR

MSC. MARCO ANTONIO YANDÚN VELASTEGUI
DOCENTE



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	ORMAZA MONTENEGRO GANDHY DARMELL	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401897913
PERIODO ACADÉMICO:	2022 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUJARRO	DOCENTE TUTOR:	MSC. MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
DOCENTE:	MSC. MARCO ANTONIO YANDÚN VELASTEGUI		
TEMA DEL TIC:	"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE TERRENO EN LA FINCA LA VICTORIA"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	revisar las variables de estudio y su operacionalización
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	
3	METODOLOGÍA	7,00	explicar la metodología de desarrollo de la propuesta
4	RESULTADOS	7,00	demonstrar con diferentes tipos de suelos el funcionamiento del prototipo
5	DISCUSIÓN	7,00	justificar técnicamente el alcance de la propuesta en un área de terreno extenso.
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	verificar el funcionamiento del prototipo
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	incluir lenguaje técnico en la presentación
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	incluir el certificado de conformidad del usuario.

Obteniendo una nota de: **7,00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 10 de febrero de 2023**


MSC. JAIRO VLADIMIR HIDALGO GUJARRO
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA
DOCENTE TUTOR


MSC. MARCO ANTONIO YANDÚN VELASTEGUI
DOCENTE

Anexo 2: Certificado de abstrac por parte del Centro de Idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL
DEL CARCHI**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: David Iván Imbaquingo Ayala y Gandhy Darmell Ormaza Montenegro

Fecha de recepción del abstract: 22 de febrero de 2023

Fecha de entrega del informe: 23 de febrero de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se validó dicho trabajo.

Atentamente



Firmado digitalmente por:
EDISON PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL
DEL CARCHI**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: David Iván Imbaquingo Ayala y Gandhi Darmell Ormaza Montenegro				
DATE: 23 de febrero de 2023				
TOPIC: "Desarrollo de un sistema de monitoreo de terreno en la finca La Victoria"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text <input type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		

Anexo 3: Revisión de plagio.



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Ormaza Imbaquingo
Título del ejercicio:	TESIS FINAL
Título de la entrega:	tesis final
Nombre del archivo:	Plan_TIC.docx
Tamaño del archivo:	4.67M
Total páginas:	125
Total de palabras:	26,146
Total de caracteres:	144,141
Fecha de entrega:	07-feb.-2023 10:56a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2008561444



Anexo 4: Guía de la entrevista realizada al dueño y mayordomo de la finca
"La Victoria"



UNIVERSIDAD POTLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

Datos del entrevistado

Apellido		Nombre	
Edad	Estado Civil		
Cédula	Cargo		
Domicilio			

Datos del entrevistador

Apellido	Nombre
----------	--------

Datos de la entrevista

Lugar	Fecha
Hora de inicio	Hora de finalización
Observaciones	

ENTREVISTA

La presente entrevista tiene como finalidad obtener información sobre el proceso del monitoreo que se realizara en el terreno de la Finca "La Victoria".

Cuestionario

1. ¿Usted utiliza medios tecnológicos para realizar actividades dentro de su finca?

.....
.....
.....

2. ¿Qué factores considera importante a la hora de escoger el tipo de planta antes de realizar una siembra?

.....
.....
.....

3. ¿Qué medios utiliza para evaluar el terreno antes de realizar una siembra?

.....
.....
.....

4. ¿Considera usted importante conocer el estado del terreno antes de seleccionar el tipo de planta a sembrar?

.....
.....
.....

5. **¿Cuáles son los cultivos que se producen con mayor frecuencia en su finca?**

.....
.....
.....

6. **¿Qué cultivos ha visto que se cultiven en la comunidad Tesalia?**

.....
.....
.....

7. **¿Ha visto problemas al realizar siembras con cultivos con los que ya ha tenido experiencia en el pasado relacionados a la humedad?**

.....
.....
.....

8. **¿Qué tipo de problemas ha presenciado basado en la respuesta de la anterior pregunta?**

.....
.....
.....

9. **¿Usted tiene conocimiento de los beneficios que puede traer el uso de un sistema de monitoreo?**

.....
.....
.....

10. ¿Usted piensa que el utilizar un sistema de monitoreo agrícola con tecnología inalámbrica ayudaría a seleccionar cultivos de siembra más adecuados?

.....

11. ¿Estaría dispuesto incorporar un sistema de monitoreo que utilice una red de sensores para medir parámetros del terreno?

.....

Anexo 5: Guía de la entrevista realizada al experto en Agronomía



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

Datos del entrevistado

Apellido		Nombre	
Edad	Cédula		
Domicilio			

Datos del entrevistador

Apellido	Nombre
----------	--------

Datos de la entrevista

Lugar	Fecha
Hora de inicio	Hora de finalización
Observaciones	

ENTREVISTA

La presente entrevista tiene como finalidad obtener información sobre los parámetros que pueden considerarse de mayor importancia considerar a la hora de realizar una siembra.

Cuestionario

- 1. ¿El uso de sensores para el monitoreo de los parámetros de cultivo puede ayudar a mejorar la perspectiva del agricultor antes de realizar un cultivo?**

.....
.....
.....

- 2. ¿Conoce sistemas de monitoreo que hayan mejorado el proceso de siembra de plantas? ¿Qué monitoreaban dichos sistemas?**

.....
.....
.....

3. ¿Qué medios se utiliza para evaluar el terreno antes de realizar una siembra usualmente por los agricultores?

.....
.....
.....

4. ¿Qué parámetros son más importantes considerar a la hora de realizar una siembra?

.....
.....
.....

5. ¿El ignorar los parámetros previamente establecidos que problemas pueden presentar las plantas?

.....
.....
.....

6. ¿Los parámetros establecidos en qué momento del día deben medirse?

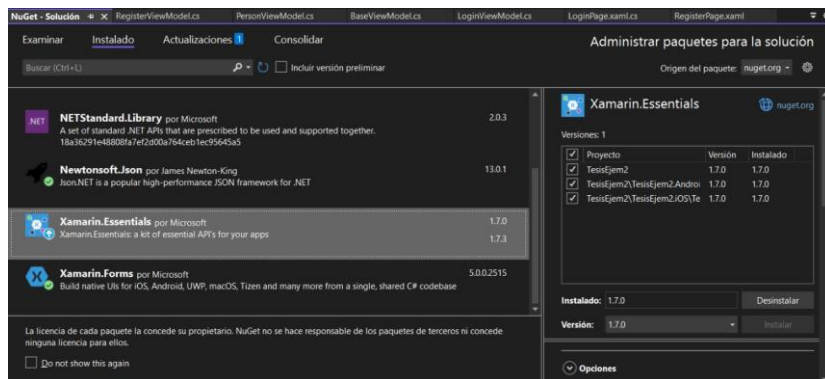
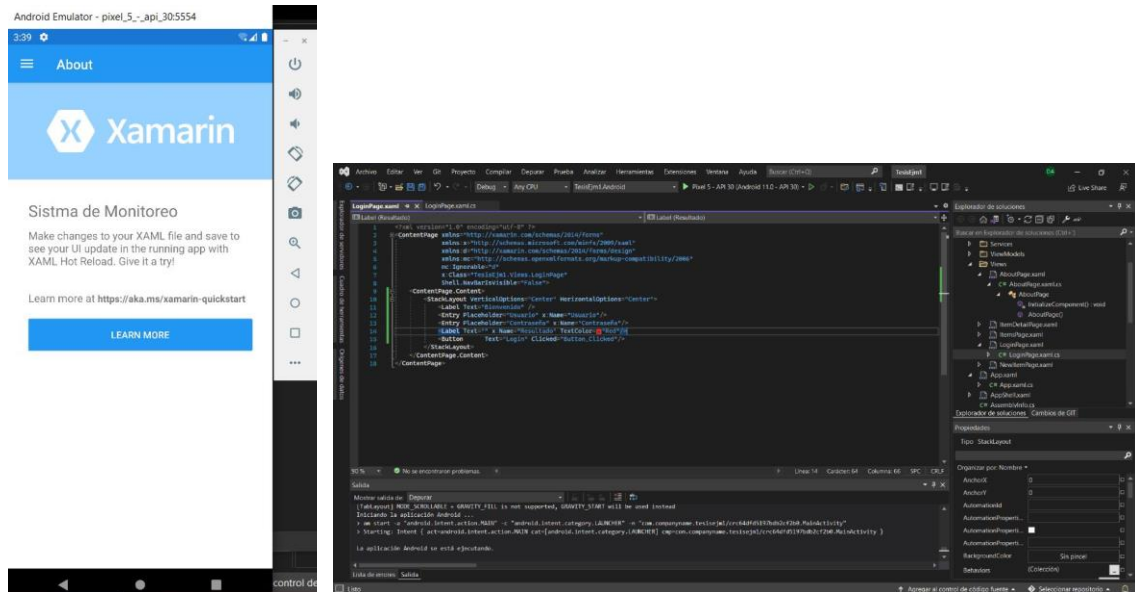
.....
.....
.....

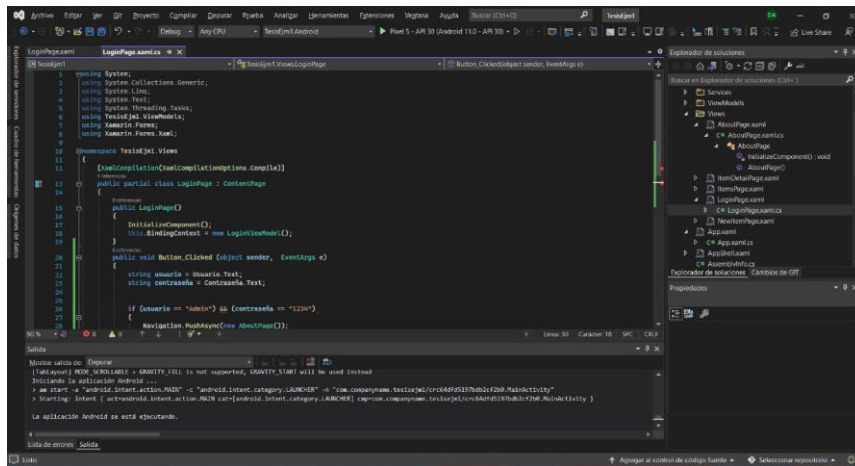
7. ¿Considera que existe una relación entre no cumplir con condiciones óptimas de terreno en cada parámetro con la producción final?

.....
.....
.....

8. ¿Considera usted relevante el uso de un sistema de monitoreo del terreno de semilleros para mejorar la toma de decisiones del agricultor?

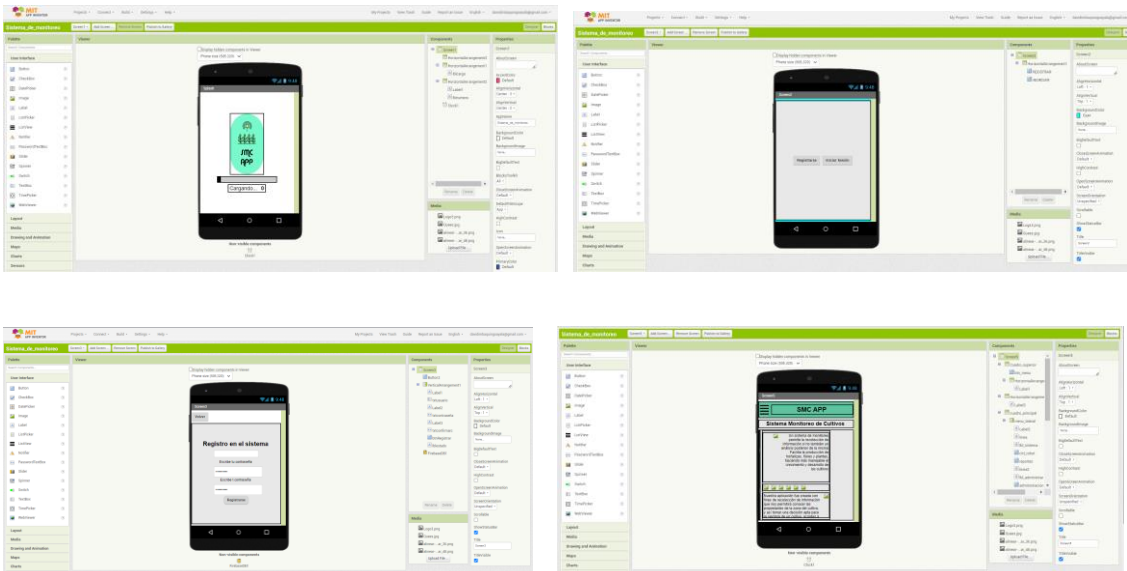
Anexo 6: Pruebas de desarrollo en Xamarin.



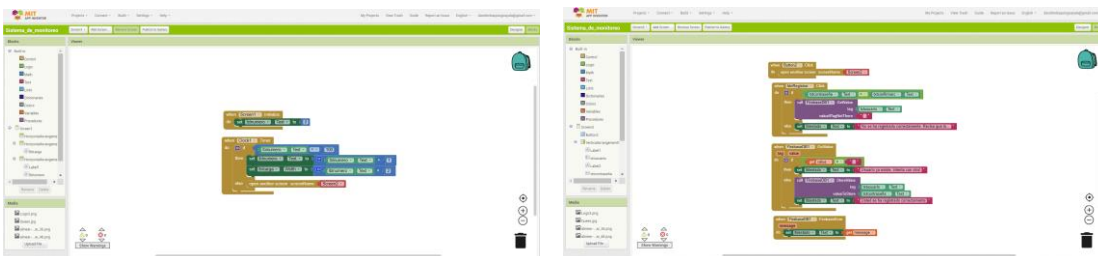


Anexo 7: Pruebas en MitApp inventor con Ionic

Diseño de las pantallas

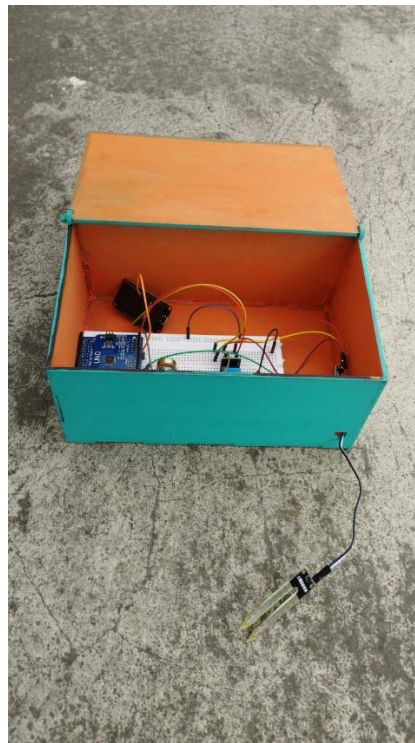
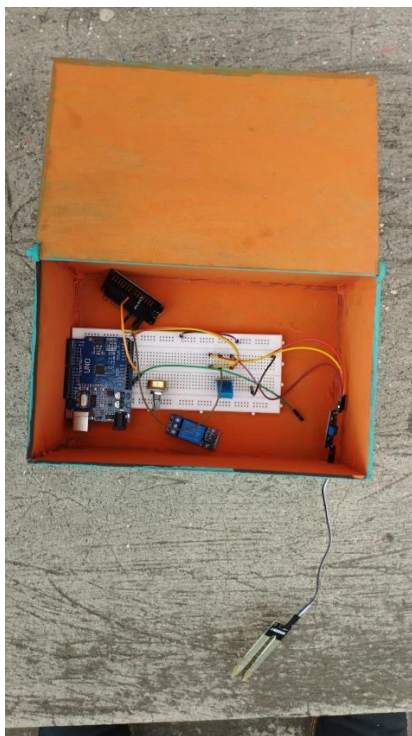


Diagramas del código en Ionic

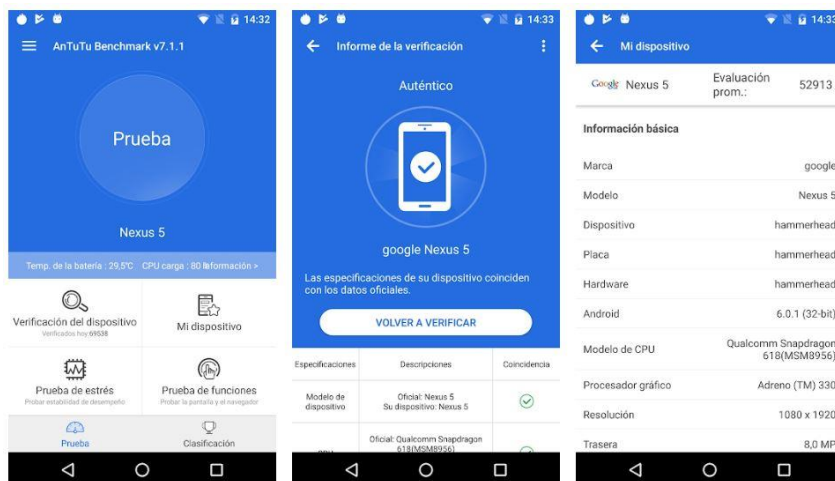




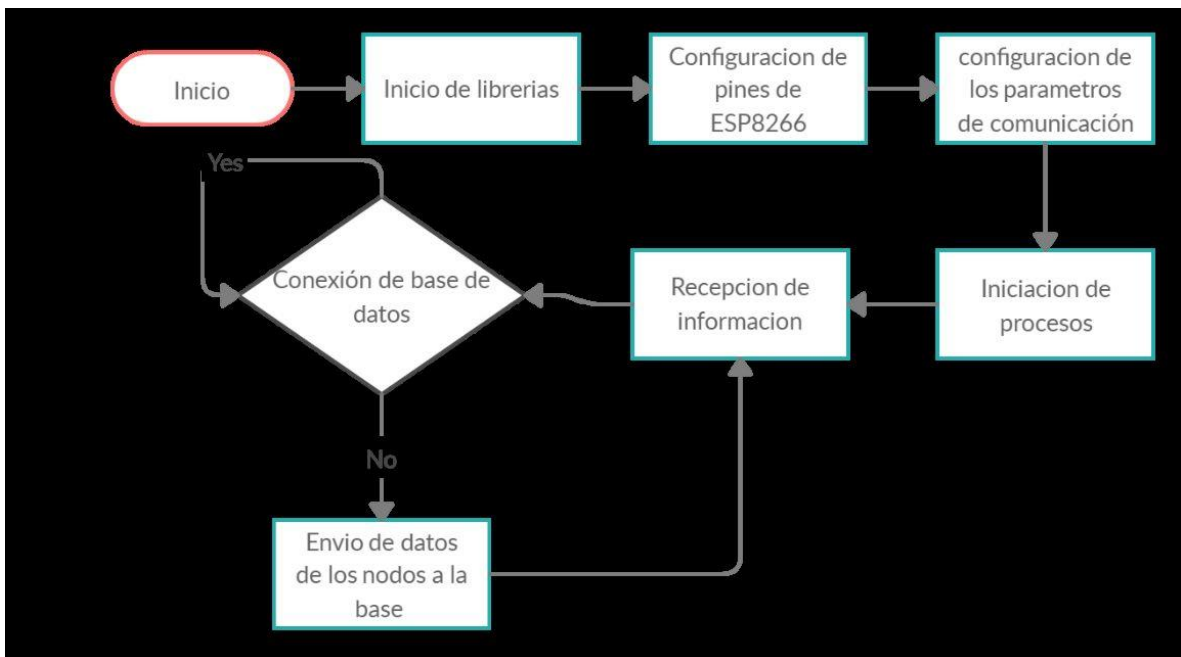
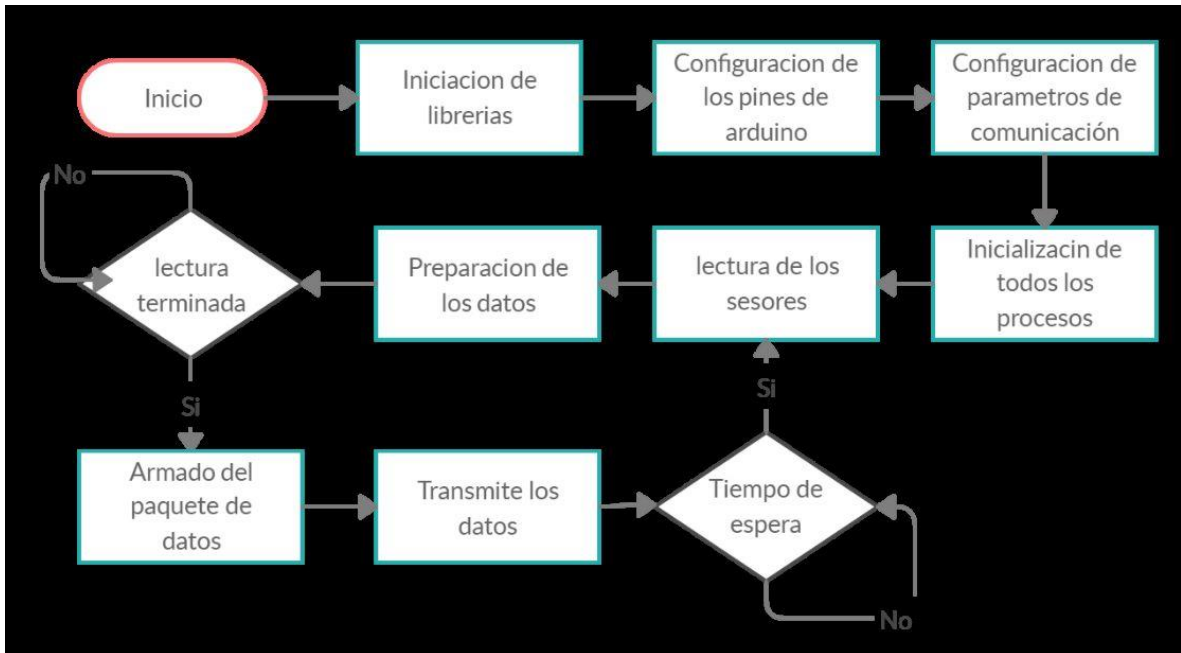
Anexo 8: Proceso de prototipado de la red de sensores



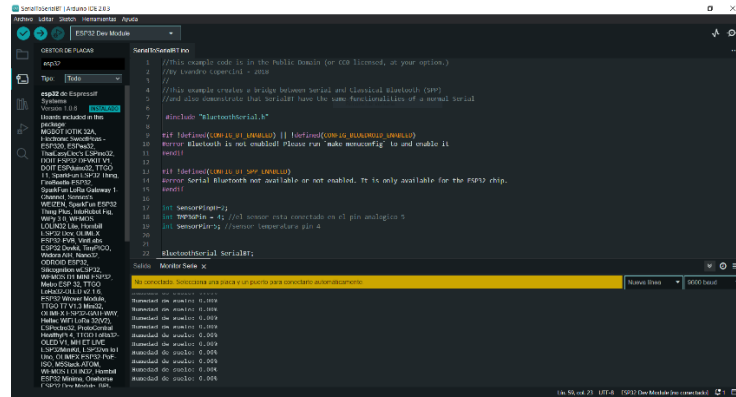
Anexo 9: Prueba de rendimiento



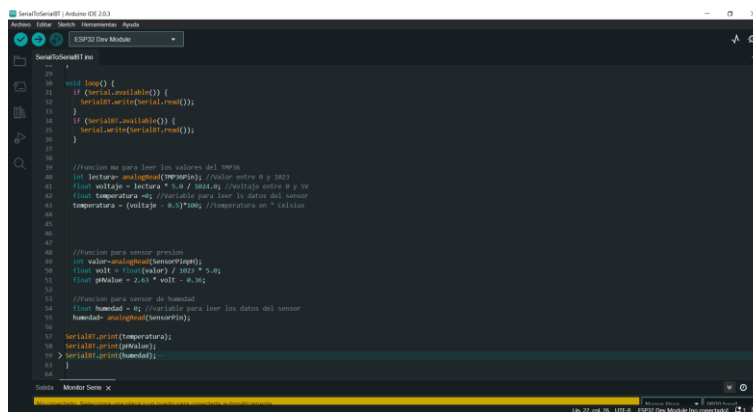
Anexo 10: Flujograma del funcionamiento del sistema de monitoreo



Anexo 11: Código de la aplicación



```
1 // This example code is in the Public Domain (or CC0 licensed, at your option).
2 // See: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
3 //
4 // This example creates a bridge between serial and I2C/I2C/I2C (I2C)
5 // and also demonstrates that SerialT1 have the same functionalities of a normal serial
6
7 #include "SerialToSerialT1.h"
8
9 #if !defined(CORE_IS_81_ARDUINO) || !defined(CORE_IS_81_ARDUINO_81)
10 #error SerialToSerialT1 is not available on this board. Please run "make menuconfig" to enable it.
11 #endif
12
13 #if !defined(CORE_IS_81_ARDUINO)
14 #error SerialToSerialT1 is not available on this board. It is only available for the ESP32 chip.
15 #endif
16
17 #if !defined(SERIALT1)
18 #define SERIALT1 1 // I2C sensor (this sensor is connected on a pin analogico 5)
19 #define SERIALT2 2 // I2C sensor (this sensor is connected on a pin analogico 4)
20 #endif
21
22 #include "SerialToSerialT1.h"
23
24 void setup() {
25   Serial.begin(115200);
26   SerialT1.begin(115200);
27   SerialT2.begin(115200);
28 }
29
30 void loop() {
31   // Read the temperature sensor
32   float temperature = 0;
33   if (SerialT1.available()) {
34     int rawTemp = SerialT1.read();
35     temperature = (rawTemp - 0.5) * 100; // Convert to Celsius
36   }
37
38   // Read the humidity sensor
39   float humidity = 0;
40   if (SerialT2.available()) {
41     int rawHumid = SerialT2.read();
42     humidity = (rawHumid - 0.5) * 100; // Convert to %RH
43   }
44
45   // Print the data
46   Serial.println("Temperature: " + String(temperature) + "C");
47   Serial.println("Humidity: " + String(humidity) + "%RH");
48   delay(1000);
49 }
```



```
1 // Este ejemplo de código está en el dominio público (o con licencia CC0, a su elección).
2 // Ver: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
3 //
4 // Este ejemplo crea un puente entre serial e I2C/I2C/I2C (I2C)
5 // y también demuestra que SerialT1 tiene las mismas funcionalidades de un serial normal
6
7 #include "SerialToSerialT1.h"
8
9 #if !defined(CORE_IS_81_ARDUINO) || !defined(CORE_IS_81_ARDUINO_81)
10 #error SerialToSerialT1 no está disponible en esta placa. Ejecute "make menuconfig" para habilitarlo.
11 #endif
12
13 #if !defined(CORE_IS_81_ARDUINO)
14 #error SerialToSerialT1 no está disponible en esta placa. Solo está disponible para el chip ESP32.
15 #endif
16
17 #if !defined(SERIALT1)
18 #define SERIALT1 1 // Sensor I2C (este sensor está conectado en un pin analógico 5)
19 #define SERIALT2 2 // Sensor I2C (este sensor está conectado en un pin analógico 4)
20 #endif
21
22 #include "SerialToSerialT1.h"
23
24 void setup() {
25   Serial.begin(115200);
26   SerialT1.begin(115200);
27   SerialT2.begin(115200);
28 }
29
30 void loop() {
31   // Función para leer los valores del TMP36
32   int lectura = analogRead(COMPONENT_PIN); // Analiza entre 0 y 1023
33   float voltaje = lectura * 5.0 / 1024.0; // Voltaje entre 0 y 5V
34   float temperatura = 0; // Función para leer el dato del sensor
35   temperatura = (voltaje - 0.5) * 100; // Temperatura en ° Celsius
36
37   // Función para sensor de humedad
38   int valor = analogRead(COMPONENT_PIN);
39   float volt = (valor * 5.0) / 1023 * 5.0;
40   float pHValue = 2.63 * volt - 0.30;
41
42   // Función para sensor de humedad
43   float humedad = 0; // Función para leer los datos del sensor
44   humedad = analogRead(COMPONENT_PIN);
45
46   Serial.print(temperatura);
47   Serial.print(" ");
48   Serial.print(humedad);
49 }
```

Anexo 12: Manual de Usuario

MANUAL DE USUARIO

APLICACIÓN MOVIL

SMT APP

Aplicación para el análisis y obtención de datos de las propiedades del terreno para el desarrollo de un cultivo

Elaborado por:

- Imbaquingo Ayala David Iván
- Ormazabal Montenegro Gandhi Darmell

Versión 4.1

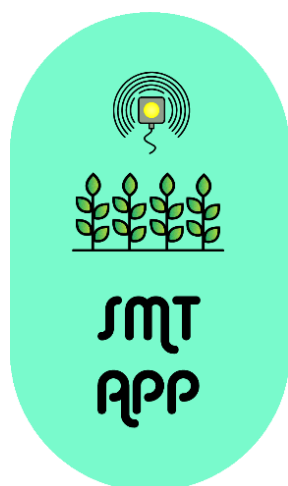
Introducción

Una aplicación móvil de monitoreo es una herramienta poderosa que te permite supervisar y controlar eventos en tiempo real. Con esta aplicación, podrás monitorear las condiciones del terreno de un semillero.

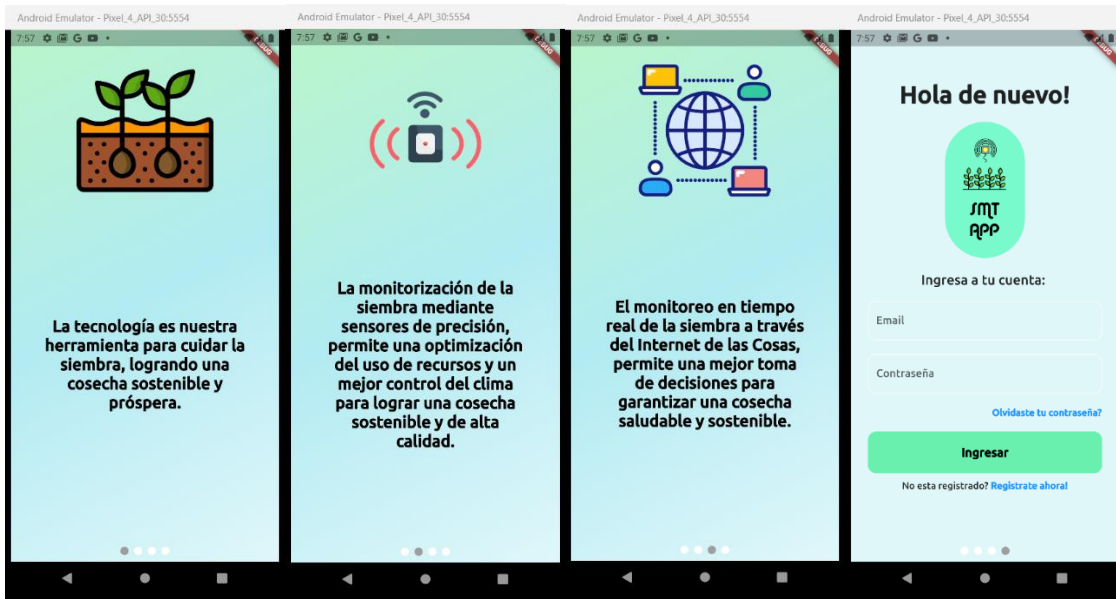
Este manual de usuario te proporcionará una guía detallada sobre cómo utilizar la aplicación móvil de monitoreo de manera efectiva. Te brindaremos información sobre cómo configurar y personalizar la aplicación según tus necesidades.

Reconocimiento y apertura de la aplicación

La aplicación se identifica con el icono que se muestra a continuación, en el cual debe estar previamente instalado en el dispositivo móvil.



Al tocar el icono, se abrirá la pantalla para continuar con un slipbar donde se podrá navegar y conocer conceptos básicos de la temática de la aplicación, hasta llegar al inicio de sesión si ya se encuentra previamente registrado y también con la opción de registro si es un usuario nuevo.



Registro de usuario nuevo

Registrarse:

Para el registro como usuario nuevo se debe ingresar a la opción

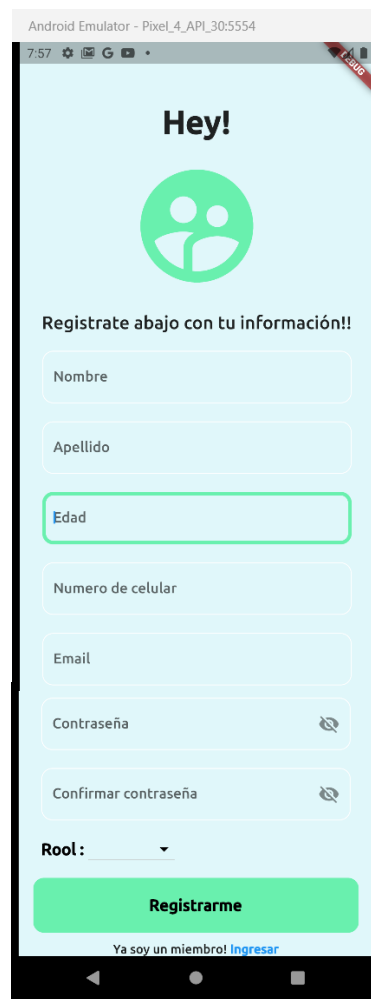
“Regístrate ahora!” que aparece en la pantalla de inicio luego de abrir la aplicación.



Llenado del formulario de registro

Al ingresar en el botón, se mostrará una pantalla donde se mostrará un formulario donde usted debe colocar los siguientes datos obligatoriamente, si no se lo realiza no se le permitirá seguir:

- Nombre: Ingrese su nombre
- Apellido: Ingrese su apellido paterno preferible
- Edad: Ingrese su edad
- Numero de celular: Ingrese su número de celular más utilizado para futuros contactos
- Correo electrónico: Requerimiento para autenticación
- Contraseña: Requerimiento para autenticación
- Confirmar contraseña; Requerimiento para autenticación
- Rol: Elegir con suma importancia su rol, si es usuario o admin, esto luego el administrador podrá observar que usuario cuenta con esto.



Android Emulator - Pixel_4_API_30:5554

7:57

Hey!

Regístrate abajo con tu información!!

Nombre

Apellido

Edad

Numero de celular

Email

Contraseña

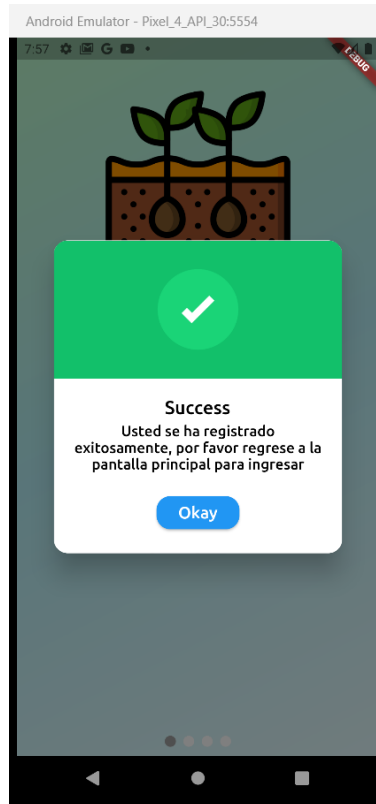
Confirmar contraseña

Rol:

Registrarme

Ya soy un miembro! [Ingresar](#)

Ya al tener llenado el formulario se le mostrara un mensaje como registro exitoso. Automáticamente se le redirige a la pantalla principal, para que pueda ingresarse por la pantalla de inicio sesión.



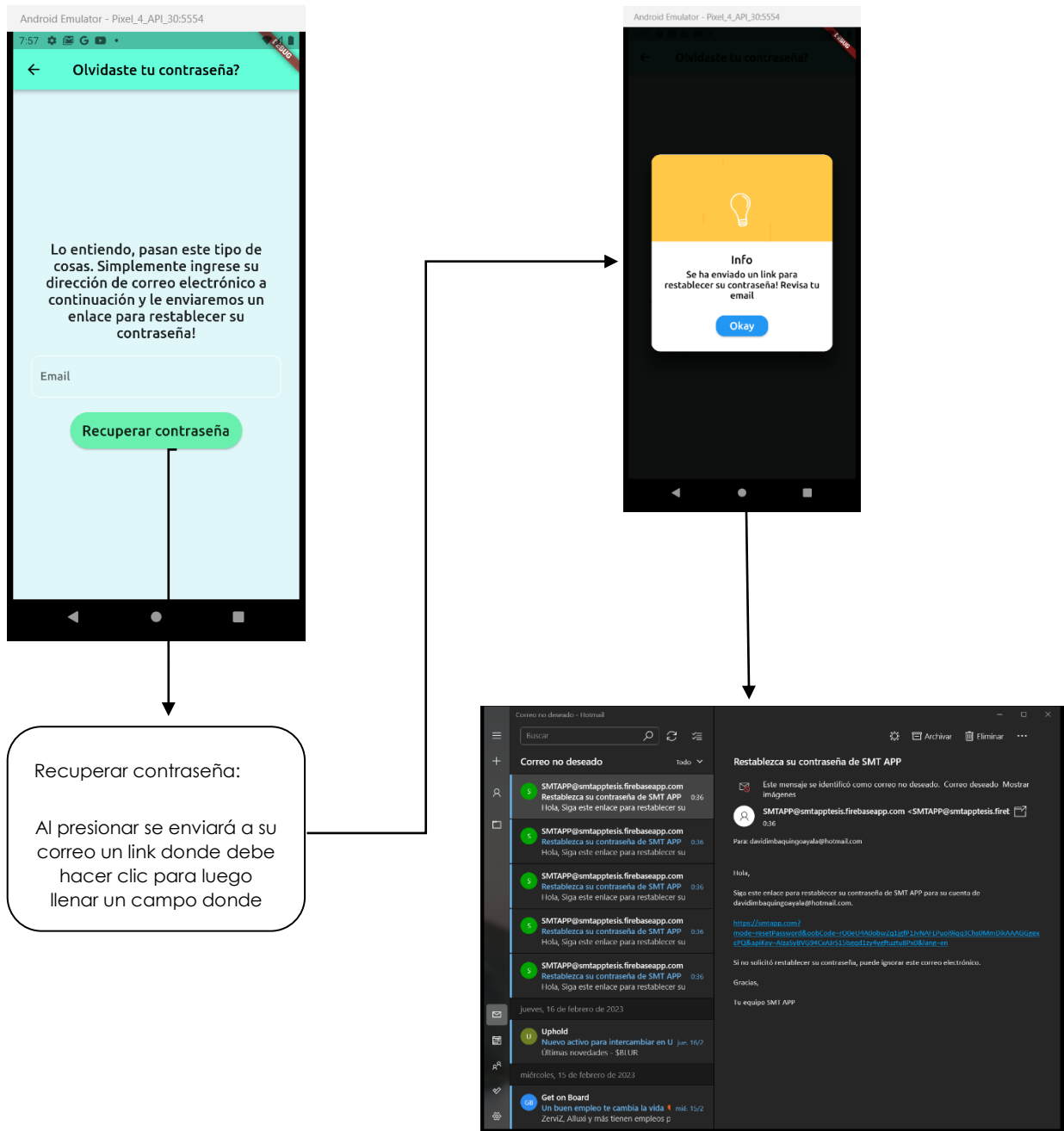
Además, en la pantalla de inicio de sesión podrás ingresar tus credenciales de usuario para acceder a todas las funcionalidades de la aplicación. Una vez que inicies sesión, podrás explorar las distintas opciones y herramientas disponibles en la plataforma, las cuales te permitirán interactuar con otros usuarios, crear contenido y personalizar tu perfil. No dudes en explorar todas las opciones y funcionalidades de la aplicación, ya que estas te ayudarán a sacarle el máximo provecho y disfrutar de una experiencia más completa y enriquecedora.

Iniciar sesión:



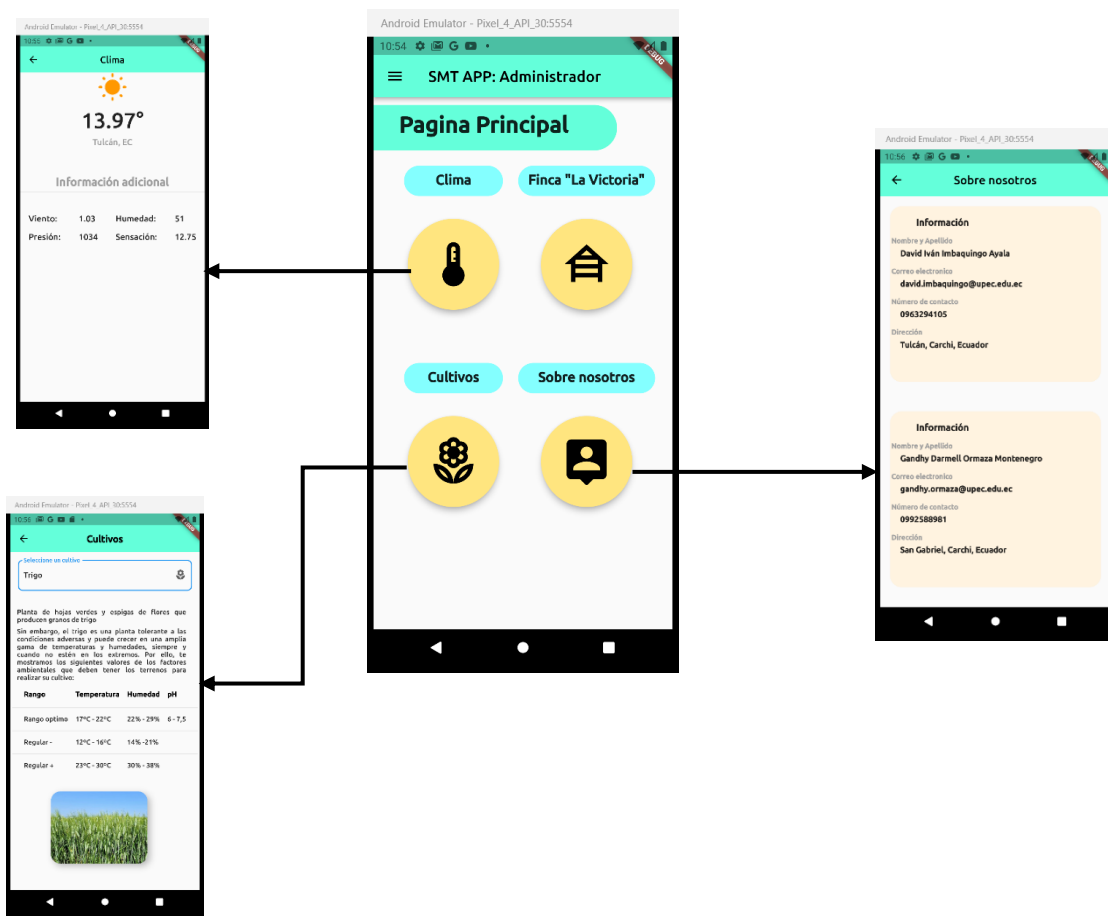
La pantalla de inicio de sesión es la página principal de la aplicación donde podrás ingresar tus credenciales de usuario para acceder a las funcionalidades de la aplicación. Para iniciar sesión, deberás proporcionar tu nombre de usuario o correo electrónico y la contraseña asociada a tu cuenta. En caso de que hayas olvidado tu contraseña, la pantalla de inicio de sesión también incluye un botón para restablecer la contraseña. Si eres un usuario nuevo, deberás registrarte en la aplicación antes de poder acceder a las funcionalidades. Para registrarte, simplemente haz clic en el botón "Registrarse" y sigue las instrucciones proporcionadas en la pantalla.

Recuperar contraseña:



Menú

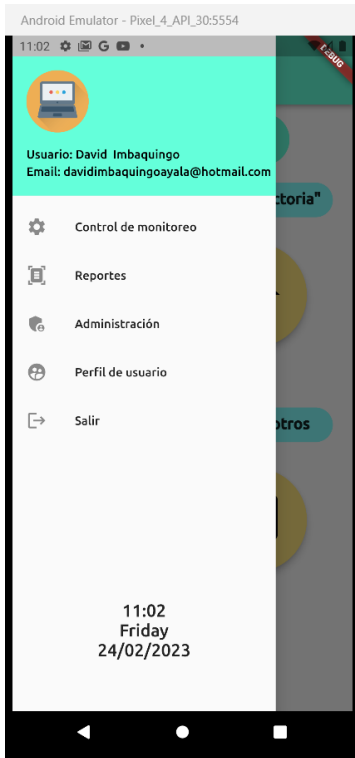
En esta pantalla se mostrará un espacio donde se encuentran cuatro botones en la cual usted puede obtener información sobre el clima, el lugar donde se realiza el proyecto, los cultivos que se encuentran trabajando y una breve reseña de los elaboradores del proyecto.



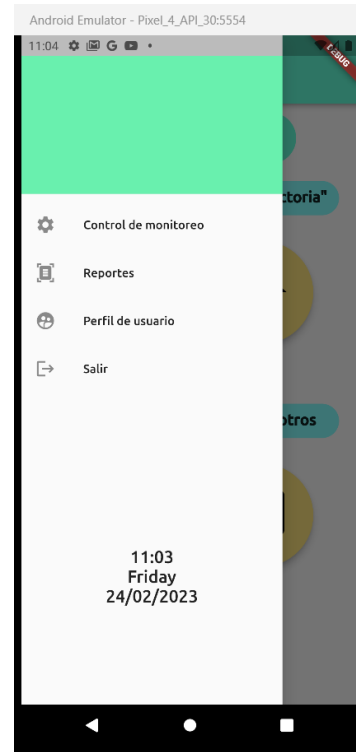
Navegación

La navegación de la aplicación se está destinado de dos formas, estas comprenden dependiendo del rol en el cual se encuentran ingresado:

- **Rol Admin:** Dentro de este rol usted puede navegar por todas las pantallas, debido a que se encuentra con privilegios, puede operar la aplicación en su totalidad.
- **Rol Usuario:** Dentro de este rol usted solo puede navegar a ciertas pantallas, debido a que el control del prototipo solo puede hacerla el administrador, por ello solo puede interactuar para poder visualizar datos, ya no más analizarlos.

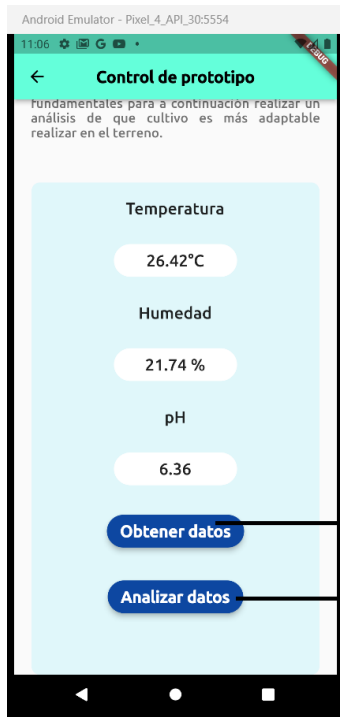


Rol Admin

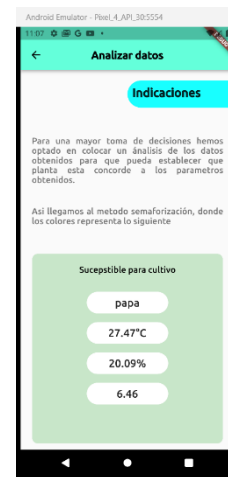


Rol Usuario

Control de monitoreo:

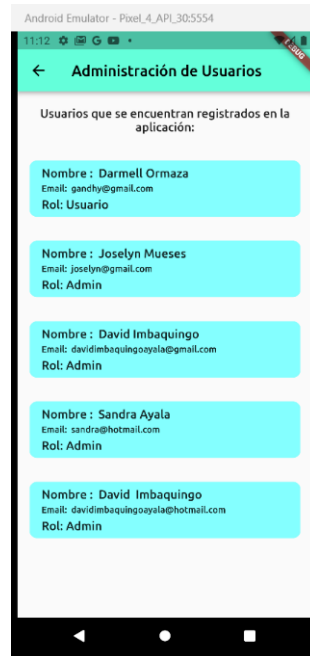


Este botón, recoge los datos efectuados por el prototipo para observar cómo se encuentra estos factores, para luego hacer su respectivo análisis



Administración

Esta pantalla se muestran los usuarios que se encuentran registrados, de esta manera hacemos un control de que usuario se encuentran haciendo uso de la aplicación y del prototipo.



Reportes

En esta pantalla podrá generar un archivo pdf del análisis realizado en la pantalla anterior.



Perfil de usuario

En esta pantalla usted podrá observar sus con el cual se registró anteriormente, así mismo puede editarlos de pronto se haya ocasionado un error al ingresar, como un carácter mal ingresado, entre otras.



Salir

Este botón nos permite salir de nuestra cesión, hay que recordar que la aplicación para que ingrese otro usuario se deberá salir, debido a que se quedara ingresado, por eso es necesario hacer clic en el botón si ya deseemos salir totalmente.