



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí,

FAREM-Estelí

Implementación de sistema automatizado de monitoreo de riego, empleando tecnología de microprocesadores con relación al manejo tradicional del recurso agua, en la finca El Descargadero Estelí, durante el segundo semestre 2020.

Trabajo Monográfico para optar

al grado de

Ingeniero en la Carrera Ingeniería en Ciencias de la Computación.

Autores:

Donald Francisco Ponce Pérez.

Kener Johaxi Ponce Cruz.

Limber Josué Rodríguez Navarro.

Tutor:

MSc. Rubén Antonio Dormus Centeno.

Estelí, 4 de febrero de 2021.



Dedicatoria

A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo, por la vida y la salud a cada miembro de este equipo investigador.

A nuestros padres, por la motivación y por estar en los momentos difíciles.

A nuestros compañeros de estudio, por el intercambio de ideas.

A los maestros, por su abnegada labor en nuestra formación universitaria.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios, por concedernos sabiduría y paciencia para poder terminar con éxito este proyecto, a nuestros padres y familiares por darnos su apoyo incondicional en cada etapa de nuestra carrera.

En segundo lugar, a la Facultad Regional Multidisciplinaria Estelí, UNAN-Managua, a sus autoridades, trabajadores administrativos y docentes, por contribuir en la formación como excelentes profesionales. En especial, a nuestro tutor MSc. Rubén Antonio Dormus Centeno.

Y, por último, no por menos importante a la Sra. Imelda del Socorro Navarro Benavidez, dueña de la finca El Descargadero, por permitir realizar esta investigación en su parcela; de esta forma contribuye en el proceso de formación de los investigadores y da la oportunidad para que se pueda presentar una solución real a la problemática relacionada con la escasez de agua, usando las nuevas tecnologías de automatización para la agricultura con Arduino Uno.

CARTA AVAL DEL TUTOR

Por este medio se **HACE CONSTAR** que los estudiantes: **Donald Francisco Ponce Pérez, Kener Johaxi Ponce Cruz y Límber Josué Rodríguez Navarro**, en cumplimiento a los requerimientos científicos, técnicos y metodológicos, estipulados en las normativas correspondiente a los estudios de grado de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-MANAGUA, y para optar al título de **Ingeniero en ciencias de la computación**, han elaborado el trabajo de monografía titulado: **Implementación de sistema automatizado de monitoreo de riego, empleando tecnología de microprocesadores con relación al manejo tradicional del recurso de agua, en la finca El Descargadero Estelí, durante en el segundo semestre 2020.**

Después de las tutorías, revisiones, correcciones y asistencias realizadas a lo largo del proceso investigativo, en cumplimiento a lo estipulado en las normativas ya mencionadas. Considero que lo realizado en esta investigación, cumple con los requisitos establecidos por esta institución.

Por lo anterior, se autoriza a los estudiantes, para que realicen la presentación y defensa pública de Monografía ante el tribunal examinador que corresponda.

Se extiende la presente en la ciudad de Estelí, a los veintiocho días del mes de enero del año dos mil veintiuno.

Atentamente



Máster, Rubén Antonio Dórmus Centeno
Docente y tutor esta Tesis.
FAREM-ESTELI

Resumen

Este trabajo consiste en implementar un sistema automatizado de monitoreo de riego para comparar su eficiencia del consumo del recurso agua, con respecto al riego tradicional en la finca El Descargadero Estelí. La investigación se realizó en el segundo semestre del año 2020. Este sistema automatizado permite mediante el uso de tecnología de microprocesadores, poder monitorear a través de una aplicación web el estado del riego y la humedad del suelo en tiempo real, para generar reportes de los mismos cuando el usuario lo requiera. El sistema de riego está automatizado mediante la placa Arduino Uno, haciendo uso del sensor higrómetro FC-26, éste capta la humedad relativa del suelo y compara; si está entre los parámetros de humedad, puede activar o desactivar la bomba hidráulica. Para realizar el monitoreo del sistema automatizado de riego, se usó el módulo Nodemcu ESP8266 como cliente, para ser el encargado de enviar el estado del riego y los valores de humedad a la base de datos de la aplicación web. A partir de esta investigación se obtuvo como resultados un sistema eficiente e innovador, que ayuda a reducir las cantidades de agua y a llevar un seguimiento del riego en tiempo real desde la nube.

Palabras claves: automatización, humedad, microprocesadores, monitoreo, riego, Arduino Uno.

Abstract

This work consists of implementing an automated irrigation monitoring system to compare its efficiency of water resource consumption with respect to traditional irrigation in the farm El Descargadero Estelí, in the first half of 2020. This automated system allows through the use of microprocessor technology, to be able to monitor through a web application the current state of irrigation, humidity and generate reports on them. The irrigation system is automated through the Arduino Uno board, making use of the FC-26 Hygrometer sensor, this captures the relative humidity of the soil and compares, if it is between the humidity parameters, to activate or deactivate the pump and irrigate the soil. To monitor the automated irrigation system, the Nodemcu ESP8266 module is used, which is used as a client, to be in charge of sending the irrigation status and humidity values to the web application database. From this research, was obtained an efficient and innovative system, which helped to effectively consume the water resource, and carry out monitoring in real time from the cloud.

Keywords: automation, humidity, irrigation microprocessors, monitoring, Arduino Uno.

Índice

I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento de problema.....	4
1.2.1. Preguntas problemas	5
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
II. Marco teórico	8
2.1. Riego	8
2.1.1. Riego por goteo	8
2.1.2. Consumo de agua por cada cultivo	8
2.1.3. Extracción del recurso agua.....	10
2.2. Microcontroladores.....	11
2.2.1. Arduino Uno	11
2.2.2. ESP8266.....	13
2.2.3. Sensor.....	14
2.2.4. Relé	14
2.2.5. Pantalla LCD 16x2.....	14
2.3. Aplicación web	15
2.3.1. Metodología de desarrollo de aplicaciones.....	15
2.3.2. Laravel	18
2.3.3. MySQL	18
2.3.4. HTML.....	19
2.3.5. PHP	20
2.3.6. Bootstrap.....	20

2.3.7. Javascript.....	20
2.3.8. Hosting	21
2.4. Tecnologías de riego	21
2.4.1. Riego tradicional.....	22
2.4.2. Riego automatizado.....	23
III. Operacionalización de variables	26
IV. Diseño metodológico	30
4.1. Descripción del área de estudio	30
4.2. Enfoque.....	30
4.3. Tipo de investigación.....	31
4.4. Alcance	31
4.6. Informantes claves.....	32
4.7. Método	32
4.8. Métodos y técnicas de recolección de datos.....	32
4.8.1. Entrevista	32
4.8.2. Observación.....	33
4.9. Validación de instrumentos.....	33
4.10. Manejo de los datos.....	33
4.11. Desarrollo de etapas del sistema	34
4.11.1. Definición de SCRUM	34
4.11.2. Procesos.....	35
V. Análisis y discusión de resultados	36
VI. Conclusiones	73
VII. Recomendaciones	75
VIII. Bibliografía.....	76
IX. Anexos.....	83

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de la finca El Descargadero.....	30
Ilustración 2. Esquema del sistema tradicional.....	37
Ilustración 3: Modelo Entidad-Relación de base de datos realizada en phpMyAdmin.....	53
Ilustración 4: Migraciones de la base datos en laravel.	53
Ilustración 5: página de inicio de la aplicación web.....	54
Ilustración 6: Información general del proyecto.....	54
Ilustración 7: Imágenes referenciales de cultivos de la finca El Descargadero.....	55
Ilustración 8: Animación sobre el sistema automatizado de riego.	55
Ilustración 9: Información de contacto de la finca El Descargadero.....	56
Ilustración 10: Formulario de inicio de sesión.	56
Ilustración 11: Estado de riego en tiempo real (desactivado).	57
Ilustración 12: Estado de riego en tiempo real (Activado).....	57
Ilustración 13: Gráfica en tiempo real de la humedad relativa del suelo.....	58
Ilustración 14: Reporte sobre la actividad del sistema de riego automático.	58
Ilustración 15. Reporte generado por la aplicación web en formato PDF.	59
Ilustración 16: Ubicación mediante Google Maps de la finca El Descargadero.....	59
Ilustración 17: Montaje de componentes del sistema automatizado de riego.....	60
Ilustración 18: Proceso de envío de datos del sistema automatizado a la aplicación web de monitoreo.	60
Ilustración 19: Codificación del sistema de riego automático utilizando Arduino IDE.	61
Ilustración 20: Codificación del envío de datos.	61
Ilustración 21: Módulo ESP8266 conectándose a la red Wifi de la finca El Descargadero.	62
Ilustración 22: Envío de datos a la base de datos de la aplicación web.	62
Ilustración 23: Sistema automático de riego instalado por los desarrolladores.	63
Ilustración 24: Ubicación de módulo relé e interruptor manual de riego de riego.	64

Ilustración 25: pantalla de Arduino Uno Mostrando las funciones del sistema.	64
Ilustración 26: Información mostrada por la pantalla del sistema automatizado de riego.	65
Ilustración 27: Humedad del suelo.	65
Ilustración 28: Información mostrada cuando es presionado el botón de regresar.	66
Ilustración 29. Validación de la aplicación web de monitoreo realizada por la dueña de la finca.	100
Ilustración 30. Validación del sistema automatizado realizado por la dueña de la finca.	101
Ilustración 31: Entrevista a la Propietaria.	102
Ilustración 32: Valoración del Pozo de la finca.	102
Ilustración 33: componentes electrónicos.	103
Ilustración 34: valoración del caudal.	103
Ilustración 35: Instalación de los componentes electrónicos.	104
Ilustración 36: Instalación de los componentes en un lugar seguro.	104
Ilustración 37: Propietaria de la finca validando el funcionamiento de ambos sistemas.	105
Ilustración 38: Primera validación de la entrevista dirigida a la propietaria.	105
Ilustración 39: Segunda validación de la entrevista a la propietaria.	106
Ilustración 40: Carta de aceptación del sistema firmada por la propietaria.	107

Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables	26
Tabla 2: Costo del Sistema Tradicional.....	38
Tabla 3: Costos de los componentes electrónicos	39
Tabla 4: Costo de los componentes eléctricos	40
Tabla 5: Back LOGS	44
Tabla 6: Riego.....	46
Tabla 7: Responsables de cada sprint del proyecto	48
Tabla 8: Primera Reunión Sprint	49
Tabla 9: Segunda Reunión Sprint	50
Tabla 10: Tercera reunión sprint	51
Tabla 11: Comparación del recurso agua del riego automatizado y el tradicional.	70
Tabla 12: Condiciones de los componentes de riego	84
Tabla 13: Condiciones de cultivo.....	84
Tabla 14: Condiciones de instalaciones eléctricas	85
Tabla 15: Cantidades de cultivos	86
Tabla 16: Guía de entrevista para levantar requerimientos.....	91
Tabla 17: Guía de entrevista para conocer la experiencia de uso al utilizar el sistema automático.....	94
Tabla 18: Rubrica de observación	98

I. Introducción

Nicaragua es caracterizada por ser un país agrícola y con variedad de climas, en dependencia de la región. Usualmente los cultivos de granos básicos y hortalizas se hacen en épocas de invierno por la disposición natural del recurso hídrico, no obstante, existen grandes extensiones de tierra que se cultivan en épocas secas, usando riegos tradicionales, con ello se trata de gestionar empíricamente la cantidad necesaria de agua que requieren las plantaciones y permitir así la producción de alimentos en verano.

Ante tal situación, se presenta el proyecto de diseño, creación e instalación de un sistema de riego automático el cual es monitoreado de manera remota a través de una aplicación web.

Para la puesta en marcha del sistema de riego, se usó placas de Arduino Uno, siendo estos microcontroladores económicos y confiables para este tipo de actividad. También se usó el módulo Nodemcu ESP8266 para el manejo de información en la Web.

Arduino Uno, es una placa electrónica en el que viene montado un microcontrolador con todo lo necesario para realizar programación. El mismo se enfoca en acercar y facilitar el uso de la tecnología hardware y software en sistemas para una diversidad de tareas, por lo que en este caso se trata de la implementación en un sistema de riego automático para diferentes cultivos.

Con el sistema se suministra la cantidad de agua necesaria para el mejor desarrollo de la planta, usando un sensor de humedad calibrado de acuerdo a los requerimientos de cada cultivo, así automáticamente procede a regar o suspender el riego según corresponda a los diferentes casos. Con ello es evidente el ahorro del vital líquido.

Este documento se encuentra estructurado por los capítulos solamente señalados con números romanos: I Introducción, II Marco teórico, III Operacionalización de variables, IV Diseño metodológico, V Análisis y discusión de resultados, VI Conclusiones, VII Recomendaciones y por último VIII Bibliografía.

1.1. Antecedentes

Se ha consultado diversas bibliografías en el repositorio de la UNAN-Managua y fuentes en Internet sobre automatizaciones de riego utilizando microcontroladores.

Sobre los sistemas de automatizado de riego implementando microcontroladores se encontraron dos trabajos de investigación internacional y uno en el nivel nacional. Estos serán descritos a continuación:

El primer trabajo encontrado, se realizó en la UNAP (Universidad Nacional del Atlántico), el cual es: "Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2019" realizado por Darwin Fray Apaza Mamani e Irvin Jhons Javier la Torre, de la carrera ingeniería mecánico electricista como trabajo de tesis para optar por el título de Ingeniero Mecánico Electricista. El principal resultado es que lograron diseñar e implementar un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2019.

El segundo trabajo fue realizado en la Universidad de Guayaquil, el cual es: "Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el recinto playa seca El Cantón", realizado por César Darío Escobar Manzaba y Karina Jazmín Farfán Orellana; de la carrera Ingeniería en Sistemas Administrativos Computacionales como trabajo de titulación para ser Ingeniero en Sistemas Administrativos Computacionales; en esta investigación se pudo disminuir el desperdicio de agua y el tiempo de trabajo al momento de realizar el riego, obteniendo así: un control de la cantidad de agua utilizada y una reducción en los costos de mano de obra.

Y el tercer trabajo fue encontrado en el repositorio de la UNAN-Managua el cual es: "Propuesta de un sistema de control y automatización con administración remota a través de un Smartphone Android para el riego del cultivo de lechuga en la finca Los Almendros del departamento de Jinotega en el año 2017", elaborado por Br. Darwin Alejandro Bustos Palacios de la carrera Ingeniería en Electrónica como trabajo de

seminario de graduación para optar al título de Ingeniero en electrónica; con el fin de mejorar de manera integral el actual sistema de riego con que cuenta la propiedad, utilizando un sistema inteligente controlado por una aplicación Android.

Se consultó bibliografías en la biblioteca Urania Zelaya de la FAREM-Estelí y no se encontraron investigaciones sobre esta temática.

Los trabajos de investigación antes mencionados son fuentes de información y experiencia valiosa para este proyecto, pues sirven como referencia en el mismo entorno para analizar las ideas por medio de bases con sólidos argumentos.

1.2. Planteamiento de problema

La finca El Descargadero, pertenece a la señora Imelda del Socorro Navarro Benavides. Está ubicada en la comunidad La Calabaza a un kilómetro salida sur de la ciudad de Estelí, específicamente en las coordenadas 13.003'34,2'' N y 86.020'44,1'' W.

La extensión de la propiedad es aproximadamente siete manzanas. Las tierras son dedicadas para cultivos, tales como: maíz, frijoles, papas, tomates y chiltomas, de acuerdo a la disponibilidad del recurso agua.

La finca cuenta con una fuente de agua proveniente de un pozo de 20 varas equivalente a 16,76 metros de profundidad. Cabe mencionar que con este calado era suficiente para acumular el agua para el uso domiciliario y para los riegos, sin embargo, a partir de la perforación de cuatro pozos artesanos en un radio no mayor a 800 metros, estando el más cercano de los pozos a 100 metros, desde el año 2014, ha provocado que el manto freático se profundice, por lo que el recurso agua escasea a partir del mes de marzo de cada año.

Los ingresos económicos de la familia siempre han dependido del cultivo por riego de las parcelas, pero en los últimos años esto ha cambiado para empeorar y es que el sistema de riego por goteo es de forma tradicional y para ello se requiere que la parcela sea regada por al menos cinco horas durante el día. Esta situación genera desperdicio de agua, que como ya se mencionó es escaso.

Debido al tipo de irrigación en dicha finca, no hay un control adecuado para poder identificar el consumo eficiente del recurso de agua, dependiendo del tipo de hortaliza que esté en producción, porque cada planta tiene un porcentaje requerido de humedad, por lo que la utilización de este método provoca perjuicios ambientales y económicos tales como:

Primero, derroche de agua lo que provoca pérdidas y mal aprovechamiento de los insumos (fertilizantes, abonos, plaguicidas) que se utilizan en la agricultura y además el uso irracional del vital líquido deteriora el medio ambiente.

Segundo, el exceso de agua, provoca ahogamiento de las plantas deteniendo el desarrollo de los cultivos y así una mala producción.

1.2.1. Preguntas problemas

Pregunta general: ¿De qué manera se puede implementar un sistema automatizado de monitoreo de riego, que mejore la eficiencia de consumo de agua con relación al sistema tradicional de riego en la finca El Descargadero Estelí?

Preguntas específicas:

¿Qué elementos se deben de incluir en el sistema automatizado de monitoreo de riego para que este sea eficiente?

¿Cuál es el impacto que tendrá el sistema automatizado de monitoreo de riego remoto en la Finca El Descargadero Estelí?

1.3. Justificación

La investigación es importante en el contexto de que el riego es una práctica común en nuestro país y el surgimiento de nuevas tecnologías permite el proceso de automatización, tal que contribuye a minorar costos operativos y el ahorro del recurso agua.

De esta manera la investigación realizada respecto a la implementación de un sistema automatizado para el monitoreo de riego, empleando tecnología de microprocesadores, se compara con el sistema de riego tradicional, para valorar y verificar su eficiencia en la administración de recurso agua en el área de producción de hortalizas en la finca El Descargadero.

A demás, por medio de IoT o internet de las cosas, haciendo uso de la placa Nodemcu ESP8266, se logra monitorear remotamente el sistema, por medio de una aplicación web que permite conocer funcionalidades importantes, entre ellas: visualizar la humedad del suelo, el estado del riego siendo estos activado o desactivado, tiempo de riego y el cultivo que está seleccionado en el sistema. Todo en tiempo real.

Con estas innovaciones en el área de agricultura, tal es el caso de la aplicación realizada en la finca El Descargadero, se tecnifica y actualiza de manera directa los procesos de riego, desde el punto de vista digital. Cabe destacar que estas tecnologías son seguras además que ayudan al cuidado de la economía y el medio ambiente. Las mismas, tienen la versatilidad de adaptarse e incluir la ciencia en la resolución de problemáticas como es el cambio climático.

Con el desarrollo de esta investigación se ha beneficiado a la familia de la Sra. Imelda Benavidez, porque el sistema automático instalado, cuenta con un recurso que tiene variedad de cultivos programados con base a parámetros técnicos y con acceso a la información a través de dispositivos móviles con conexión a Internet.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar un sistema automatizado de monitoreo de riego, en la finca El Descargadero Estelí, durante el segundo semestre 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar los requerimientos necesarios para la implementación del sistema automatizado de monitoreo de riego.
- ✓ Aplicar la tecnología de microcontroladores utilizando Arduino Uno y el módulo Nodemcu ESP8266.
- ✓ Desarrollar una aplicación web para el monitoreo del sistema automatizado de riego.
- ✓ Valorar el consumo de agua utilizado por el riego automatizado para comparar si es eficiente con respecto al riego tradicional.

II. Marco teórico

En el siguiente apartado, se presentan los principales conceptos que aborda esta investigación. Se ha estructurado en cuatro partes: Riego, microcontroladores, aplicación web y tecnologías de riego.

2.1. Riego

Para poder estudiar las etapas de este proyecto es necesario conocer qué se considera como riego, de tal forma que se puede decir que el mismo consiste en aportar agua a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación, o bien para incrementar la producción agrícola al transformar zonas de agricultura de secano en zonas de regadío.

2.1.1. Riego por goteo

Liotta y Paz (2015) definen que el riego por goteo es:

Un sistema presurizado donde el agua se conduce y se distribuye por conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico se denominan riegos localizados por que humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo.

Los sistemas de riego por goteo permiten conducir el agua mediante una red de tubería y aplicarla a los cultivos a través de emisores que tengan pequeños volúmenes de agua en forma periódica. El agua se aplica en forma de gota por medio de goteros o en este caso mangueras con orificio a medida de cada planta.

2.1.2. Consumo de agua por cada cultivo

En Nicaragua existen varios cultivos que se adaptan a los sistemas de riegos por goteo para su producción dependiendo del clima, el terreno y la humedad que la planta requiera. A continuación, se presentan los cultivos y las características para adaptarse al clima y el terreno de siembra.

Cebolla

La cebolla es una hortaliza que necesita una cantidad de humedad estable durante su desarrollo, Acromática (2020) opina que:

El riego ha de ser constante, pero no necesita mucha agua. En el cultivo de la cebolla lo requerimos entre 65% y 75% de humedad relativa. La cebolla no tolera exceso de humedad, por lo tanto, lo que se debe hacer es menor volumen de riego, pero con mayor frecuencia. No dejar que se seque la tierra y cuando nos demos cuenta añadir un riego muy abundante.

Tomate

Según (INFOAGRO, 2010) la hortaliza del tomate, describe que:

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores.

El cultivo del tomate es una planta que al momento de superar humedad relativa de 80%, tiende a sufrir daños que afectan especialmente en la etapa de fecundación, de esta manera afecta a la producción.

Sandía

INFOAGRO (2019) afirma que: “La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60% y el 80%, siendo un factor determinante durante la floración”. Por lo tanto, el periodo de irrigación más importante para la sandía es durante la floración porque es donde la planta tiene más vulnerabilidad y dependiendo de las condiciones de riego así serán los resultados de la producción.

Papa

“Se considera un nivel óptimo de humedad en el suelo cuando el éste contiene entre el 60% y el 80% de la capacidad de campo (cantidad de agua total que puede retener)” Antonio (2020). Lo que significa que es innecesario suministrar humedad mayor al porcentaje mencionado, debido a que esta no tiene la capacidad de retener mucha agua.

Chiltoma

De acuerdo con lo expresado por IICA (2007),

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de alta temperatura y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y frutos recién cuajados.

Este cultivo es vulnerable a humedades muy elevadas durante el periodo de florecimiento y desarrollo del fruto, por ello durante esta etapa se debe de tener mucho cuidado en el riego.

El frijol

Según lo planteado por Sánchez (2019) afirma que, “En el caso del cultivo de frijol requiere que el suelo presente un 60% y 70% de humedad a lo largo del ciclo productivo con énfasis en la fase de crecimiento vegetativo y el inicio de la producción”. Lo que significa que los terrenos donde se siembre este cultivo, en todo el periodo de cosecha debe estar húmedo.

2.1.3. Extracción del recurso agua

En esta investigación es necesario conocer la capacidad de explotación de los recursos hídricos subterráneos en la finca, ya que es la que permite irrigar los cultivos de la parcela y así poder valorar las condiciones de acuerdo al sistema automatizado,

es por ello que en la investigación se requiere tener información sobre los siguientes aspectos.

2.1.3.1. Pozo tradicional

En un artículo realizado por Chávez, Rivera, Romero, y Vizcarra (2013) explica que:

El agua subterránea puede ser extraída por pozos tradicionales bajo un esquema de control individual o familiar, ya que no hay necesidad de recurrir a la colaboración de un grupo social más amplio. Esto otorga a los usuarios una gran independencia para el uso y manejo del recurso, que no cuentan los usuarios de aguas superficiales. Por medio de esos pozos existe la apropiación individual de un recurso que es, en esencia, común.

Los pozos han sido y son una alternativa en regiones áridas, pero también en zonas rurales sin acceso a sistemas de agua potables, por ello en la finca de estudio, el recurso agua se obtiene de un pozo artesano y es dragada por medio de una bomba hidráulica.

2.1.3.2. Bomba de agua

Según Salvador (2018) afirma que.

La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación. Esto lleva normalmente a un aumento de la presión a la salida de la bomba que puede relacionarse con el caudal que se esté transportando de acuerdo a una curva característica. (pág. 119)

2.2. Microcontroladores

2.2.1. Arduino Uno

Para introducir al conocimiento de esta placa programable según (Garrido Pedraza, 2017) lo define de la siguiente manera.

Arduino forma parte del concepto de hardware y software libre y está abierto para uso y contribución de toda la sociedad. Arduino es una plataforma de

prototipos electrónicos, creado en Italia, que consiste básicamente en una placa microcontrolador, con un lenguaje de programación en un entorno de desarrollo que soporta la entrada y salida de datos y señales. Fue creado en el año 2005 con el objetivo de servir como base para proyectos de bajo coste y es lo suficientemente simple para ser utilizado por los desarrolladores. Arduino es flexible y no requiere de un profundo conocimiento sobre el campo de la electrónica, lo que hizo que fuera muy popular entre los artistas y principiantes, además de los desarrolladores experimentados que no tienen acceso a más plataformas complejas.

Partes de Arduino Uno

Siempre mencionando al mismo autor, entre las partes más importantes de Arduino Uno se encuentran:

- ✓ Un procesador programable que contiene una unidad lógica aritmética (ALU) y los registros necesarios para la ejecución de las operaciones, que soporta un conjunto de instrucciones reducido, optimizado y de alto rendimiento.
- ✓ Memoria flash (no volátil), para almacenar los programas del usuario.
- ✓ Memoria RAM para los datos del usuario.
- ✓ Memoria ROM para datos persistentes.
- ✓ Puertos de entradas/salidas digitales.
- ✓ Puertos de entrada analógicos.
- ✓ Salida analógica PWM.
- ✓ Temporizadores internos.
- ✓ Comunicación serial, I2C y SPI,
- ✓ Estado de bajo consumo.

Arduino Uno ejecuta las operaciones en sincronismo con una señal binaria de clock o reloj, a la velocidad de 8 a 32 MHz, dependiendo del modelo, que le provee un cristal de cuarzo, en el caso de Arduino Uno, este trabaja con 16 MHz.

La placa Arduino contiene diversos componentes para convertirla en una tarjeta autónoma y completamente funcional, tal como lo manifiesta, Céspedes Machicaco, (2017), estos componentes son:

- ✓ Puerto USB
- ✓ Terminales digitales de entrada/salida
- ✓ Terminales para entrada de señales analógicas.
- ✓ Botón RESET de reiniciación.
- ✓ Conector de alimentación con regulador de voltaje.
- ✓ Terminales de alimentación de energía para dispositivos externos.
- ✓ Leds indicadores de transmisión de datos.
- ✓ Led indicador de encendido.
- ✓ Microcontrolador.

2.2.2. ESP8266

Respecto a esta tecnología, Ceja, Renteria, Ruelas, y Ochoa (2017) manifiestan que:

ESP8266 es el nombre de un microcontrolador diseñado por una compañía china llamada Espressif Systems en su sede en Shanghai. Pero su producción en masa inicio hasta principios del año 2014, donde se anunció que este chip sería una excelente solución automática de redes wifi que se ofrece como puente entre los microcontroladores que hasta ahora existen o que tiene la capacidad de ejecutar aplicaciones independientes.

Unas de sus principales funciones del ESP8266 es poder servir tanto de como un servidor web wifi o como cliente, los cuales sirven de mayor utilidad en proyecto de IOT.

Ya se ha mencionado la facilidad que tienen para transmitir datos vía Wifi, por lo tanto, en el sistema automático de riego por goteo fue utilizado.

Arquitectura

Tiene una arquitectura de Hardware, con lo cual la CPU puede tanto leer una instrucción como realizar un acceso a la memoria de datos al mismo tiempo, incluso sin una memoria caché.

2.2.3. Sensor

Uno de los componentes importantes que se usan en el sistema automatizado es el sensor Higrómetro FC-26, por ello según Dávila y Vargas (2018) lo conceptualiza de la siguiente manera:

Es un sensor que mide la humedad del suelo. Son ampliamente empleados en sistemas automáticos de riego para detectar cuando es necesario activar el sistema de bombeo. El FC-28 es un sensor sencillo que mide la humedad del suelo por la variación de su conductividad.

2.2.4. Relé

El relé es un interruptor diseñado para trabajar de manera automática, Proserquis (2010) avala que:

El relé es el elemento que sirve para gestionar grandes voltajes y corrientes. Se trata simplemente de un interruptor eléctrico que puedes encender y apagar enviando señales desde tu placa Arduino (o cualquier otro controlador similar). Esto te permite desde encender y apagar la luz de tu habitación cuando alguien entre, hasta hacer una casa domótica completa.

2.2.5. Pantalla LCD 16x2

Según HeTPro (2021) la pantalla LCD diseñada para proyectos de automatización, Se refiere a un pequeño dispositivo con pantalla de cristal líquido que cuenta con dos filas, de dieciséis caracteres cada una, que se utiliza para mostrar información, por lo general alfanumérica. Las capacidades de estos dispositivos son altas, pues se puede mostrar todo tipo de información sin importar qué tipo de símbolos o caracteres sean, el idioma o el lenguaje, pues el sistema puede

mostrar cualquier carácter alfanumérico, símbolos y algunas figuras, el número de píxeles que tiene cada símbolo o carácter varía dependiendo del modelo del dispositivo y cada artefacto está controlado por un microcontrolador que está programado para dirigir el funcionamiento y la imagen mostrada en la pantalla. Siendo de esta manera un componente fundamental que se incluye en el sistema para poder visualizar la información del riego y para tener control del sistema de una forma fácil.

2.3. Aplicación web

2.3.1. Metodología de desarrollo de aplicaciones

La ingeniería de software ágil combina una filosofía con un conjunto de lineamientos de desarrollo. La filosofía pone en énfasis: la satisfacción del cliente y en la entrega rápida del software incremental, los equipos pequeños y muy motivados para efectuar el proyecto, los métodos informales, los productos de trabajo con mínima ingeniería de software y la sencillez general en el desarrollo.

Según Peralta (2003) explica las fases de la Metodología SCRUM de la siguiente manera:

Fase 1: identificación de los problemas, oportunidades y objetivos

En la primera fase el analista debe comprender la situación sobre lo que está ocurriendo en la finca, luego de esto debe señalar los problemas y las oportunidades que residen en las situaciones que el analista cree poder mejorar mediante el uso de microcontroladores y sistemas de información computarizados.

El analista debe descubrir primero como se trabaja en la finca; después debe ser capaz de determinar si alguno de los aspectos de automatización y uso de las aplicaciones de los sistemas de información puede ayudar a que la empresa logre sus objetivos al enfrentar problemas u oportunidades específicos.

Fase 2: Determinación de los requerimientos humanos de información

Para el levantamiento de requerimientos se utilizaron herramientas de recolección de datos las cuales fueron la entrevista para obtener la opinión del cliente acerca de lo que espera con respecto el desarrollo del proyecto y determinar la factibilidad, métodos que no interfieren con el usuario como la guía de observación para conocer el entorno del sitio. En la fase de determinación de los requerimientos de información el analista se esfuerza por comprender la información que necesitan los usuarios para llevar a cabo las actividades, varios de los métodos para determinar los requerimientos de información implican interactuar directamente con los usuarios.

Fase 3: Análisis de las necesidades del sistema

Esta fase se centra en el análisis de las necesidades del sistema, las herramientas y técnicas especiales donde el analista obtiene en la determinación de los requerimientos. Una de estas herramientas es el uso de diagramas de flujo de datos para graficar las entradas, los procesos y las salidas de las funciones de la finca en una forma gráfica estructurada. A partir de los diagramas de flujo se enlista todos los datos utilizados en el sistema, así como sus respectivas especificaciones. Durante esta fase el analista de sistemas estudia también las decisiones estructuradas que se hayan tomado. Las decisiones estructuradas son aquellas en las cuales se pueden determinar las condiciones, las alternativas de condición, las acciones y las reglas de acción.

Fase 4: Diseño del sistema recomendado

En esta fase el analista diseña los procedimientos para la captura de los datos con el fin de que estos entren a la aplicación web y sean los correctos y a la vez sean reflejados en las plantillas o vistas e interfaz del usuario que se diseñan para asegurar que el sistema sea perceptible, legible y seguro, así como atractivo y divertido de usar. La fase de diseño también incluye el diseño de archivos o bases de datos que almacenarán gran parte de los datos indispensables para el encargado o administrador de los sistemas.

Fase 5: Documentación y desarrollo del software

Para la documentación de los sistemas “web y automatizado”, se encuentran los diagramas de flujo. El analista se vale de estas herramientas para comunicar al programador lo que se requiere programar. Durante esta fase el analista también trabaja con el usuario para desarrollar documentación efectiva de la aplicación web, como la información del sitio, la ubicación del lugar e información de contacto. La documentación tiene como objetivo publicitar o dar a conocer el sitio a la población con el fin de abarcar más clientes.

Fase 6: Prueba y mantenimiento de sistema

Antes de entregar y poner el sistema en funcionamiento es necesario probarlo. Una parte de las pruebas las realizan los programadores solos, y otra la llevan a cabo de manera conjunta con los analistas de sistemas para verificar si va conforme a lo que el usuario final espera. Primero se realiza una serie de pruebas con los datos que se envían a la nube si son correctos y el tiempo que tardan en llegar a la aplicación web, por otra parte, los programadores verifican que el sistema automatizado mande a activar o desactivar la bomba hidráulica según la humedad establecida al interactuar con el sensor para determinar con precisión cuáles pueden ser los problemas. El mantenimiento del sistema de información y el automatizado, en su documentación se llevan a cabo de manera rutinaria durante toda su vida útil. Gran parte del trabajo habitual del programador consiste en el mantenimiento, y las empresas invierten dinero en esta actividad. En este caso sería el remplazo de un componente y las actualizaciones de la aplicación web.

Fase 7: Implementación y evaluación del sistema

En esta fase final se menciona la evaluación del ciclo de vida del desarrollo de los sistemas. La evaluación se lleva a cabo durante cada una de las fases. Un criterio clave que se debe cumplir es si los usuarios a quienes va dirigido el sistema lo están utilizando realmente. Debe hacerse hincapié en que, con

frecuencia, el trabajo de los sistemas es cíclico. Cuando un analista termina una fase del desarrollo de sistemas y pasa a la siguiente, el surgimiento de un problema podría obligar al analista a regresar a la fase previa y modificar el trabajo realizado. (pág. 5)

2.3.2. Laravel

Para el desarrollo de la aplicación se utiliza este framework Laravel, García (2015) afirma que:

Es el que permite el uso de una sintaxis refinada y expresiva para crear código de forma sencilla, evitando el «código espagueti» y permitiendo multitud de funcionalidades. Aprovecha todo lo bueno de otros frameworks y utiliza las características de las últimas versiones de PHP. La mayor parte de su estructura está formada por dependencias, especialmente de Symfony, lo que implica que el desarrollo de Laravel dependa también del desarrollo de sus dependencias.

Al utilizar el lenguaje de programación de PHP en este entorno de desarrollo de páginas web hace posible la vinculación con las consultas de la placa de wifi ESP8266.

2.3.3. MySQL

El gestor de bases de datos MySQL se encarga de almacenar datos importantes de un sistema, Enríquez, Maldonado, Nakamura, y Nogueron (2014) lo definen de la siguiente manera:

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, fue creada por la empresa sueca MySQL AB, la cual tiene el copyright del código fuente del servidor SQL, así como también de la marca. MySQL es un software de código abierto, licenciado bajo la GPL de la GNU, aunque MySQL AB distribuye una versión comercial, en lo único que se diferencia de la versión libre, es en el soporte técnico que se ofrece, y la posibilidad de integrar este gestor en un software propietario, ya que, de otra manera, se vulneraría la licencia GPL. (p.4)

En cambio, el autor Harb Hocker (2014) expresa que:

MySQL está basado en SQL (lenguaje de consulta estructurado), este a su vez es un lenguaje de base de datos normalizado, utilizado por el motor de base de datos de Microsoft Jet. SQL se utiliza para crear objetos QueryDef, como el argumento de origen del método OpenRecordSet y como la propiedad RecordSource del control de datos. También se puede utilizar con el método Execute para crear y manipular directamente las bases de datos Jet y crear consultas SQL de paso para manipular bases de datos remotas cliente - servidor.

Características de MySQL

Las principales características de este gestor de bases de datos son las siguientes:

- Aprovecha la potencia de sistemas multiprocesador, gracias a su implementación multihilo.
- Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas.
- Dispone de API's en gran cantidad de lenguajes (C, C++, Java, PHP, etc.)
- Gran portabilidad entre sistemas.
- Soporta hasta 32 índices por tabla.
- Gestión de usuarios y passwords, manteniendo un muy buen nivel de seguridad en los datos. (Acosta, Cervantes, y Martínez, 2013, pág. 26)

2.3.4. HTML

Es un lenguaje de programación especialmente diseñado para la creación de páginas web, según lo expresado por, Martínez (1995):

HTML (HyperText Markup Language) es un lenguaje muy sencillo que permite describir hipertexto, es decir, texto presentado de forma estructurada y agradable, con enlaces (hyperlinks) que conducen a otros documentos o fuentes de información relacionadas, y con inserciones multimedia (gráficos, sonido...) La descripción se basa en especificar en el texto la estructura lógica del contenido (títulos, párrafos de texto normal, enumeraciones, definiciones,

citas, etc.) así como los diferentes efectos que se quieren dar (especificar los lugares del documento donde se debe poner cursiva, negrita, o un gráfico determinado) y dejar que luego la presentación final de dicho hipertexto se realice por un programa especializado (como Mosaic, o Netscape). pág. 13

2.3.5.PHP

Para conocer más de este lenguaje que se usa en la programación de varios apartados en páginas web, González y Pelissier (2002) afirman que:

Es un lenguaje "open source" interpretado de alto nivel embebido (introducido) en páginas HTML y ejecutado en el servidor. Es decir, lo que distingue a PHP de la tecnología Javascript, la cual se ejecuta en la máquina cliente, es que el código PHP es ejecutado en el servidor. Por ejemplo, al acceder a una página escrita en PHP, el cliente solamente recibirá el resultado de la ejecución de esta en el servidor, sin ninguna posibilidad de determinar que código ha producido el resultado recibido. pág. 32

2.3.6.Bootstrap

Es un framework usado principalmente para el diseño de páginas web dinámicas de una forma ágil y efectiva AXARNET (2017) expresa que:

Consiste en framework para la creación de los diseños de páginas web de manera fácil y rápida obteniendo un resultado limpio y profesional. Es un framework CSS y Javascript diseñado para la creación de interfaces limpias y con un diseño responsive. Además, ofrece un amplio abanico de herramientas y funciones, de manera que los usuarios pueden crear prácticamente cualquier tipo de sitio web haciendo uso de los mismos.

2.3.7.Javascript

Este lenguaje es usado para la creación de animaciones y diseños dinámicos en aplicaciones y páginas web, UNIWEBSIDAD (2018) lo fundamenta de la siguiente manera:

JavaScript es un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas. Una página web dinámica es aquella que incorpora efectos como texto que aparece y desaparece, animaciones, acciones que se activan al pulsar botones y ventanas con mensajes de aviso al usuario. Técnicamente, JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, por lo que no es necesario compilar los programas para ejecutarlos. En otras palabras, los programas escritos con JavaScript se pueden probar directamente en cualquier navegador sin necesidad de procesos intermedios.

2.3.8. Hosting

El hosting es un método de alojamiento de páginas web en servidores en donde se puede acceder mediante el uso de internet, DOSD (2014) opina que:

El **alojamiento web** (en inglés *web hosting*) es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía web. Es una analogía de “hospedaje o alojamiento en hoteles o habitaciones” donde uno ocupa un lugar específico, en este caso la analogía alojamiento web o alojamiento de páginas web, se refiere al lugar que ocupa una página web, sitio web, sistema, correo electrónico, archivos etc. en internet o más específicamente en un servidor que por lo general hospeda varias aplicaciones o páginas web.

2.4. Tecnologías de riego

En este apartado se presenta los sistemas de riego que se utilizaron en esta investigación para hacer su debida comparación sobre la eficiencia del suministro del recurso del agua, los métodos de riego en cuestión son el método tradicional y el automatizado.

2.4.1. Riego tradicional

2.4.1.1. Concepto

En este caso se define como riego tradicional al método de manejo del agua que se usa actualmente en la finca El Descargadero para suministrar el agua a los cultivos, el cual es el riego por goteo.

Según FAO (2015) el riego por goteo es aquel que “El agua es distribuida de manera localizada, por gotas, a través de goteros instalados en mangueras de goteo, pequeños reservorios (galones, bambú, etc.) o tuberías de distribución” (pág. 30).

Además del tipo de riego por goteo en esta finca se utiliza tecnología moderna, la cual es una bomba hidráulica, ha este método de riego, se clasifica en un sistema impulsado por energía motriz, según FAO (2015) se da:

Cuando el nivel del agua está por debajo del nivel del área de regadío o a una altura insuficiente para distribuirse con la presión deseable. En estos casos el agua es captada y distribuida utilizando energía producida por un sistema de bombeo, impulsado por un motor a combustible o eléctrico, ariete, bomba eólica o manual. (pág. 29)

La razón de usar este sistema de riego con energía motriz es debido a que el recurso del agua se extrae de un pozo artesanal, por lo tanto, está por debajo del nivel del terreno de siembra es por ello que el riego por gravedad no se puede utilizar.

2.4.1.2. Características

El riego tradicional por goteo está caracterizado por precisión y eficiencia en cuanto al ahorro del recurso del agua.

Según (IAGUA, 2010): El sistema de riego por goteo se caracteriza principalmente por:

- ✓ Menor volumen de agua en comparación al riego por aspersión.
- ✓ Costes de energía más bajos en el bombeo.
- ✓ Altos niveles de eficiencia en el uso del agua.

- ✓ Bajos costes laborales y de operación y amplia automatización.
- ✓ Mejor control de malezas.
- ✓ Eficiencia en la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de goteo.
- ✓ La filtración del agua es necesaria en ocasiones para evitar la obstrucción de los pequeños orificios de los emisores.

2.4.1.3. Funcionamiento

El sistema de riego tradicional o riego por goteo funciona de la siguiente manera según INTAGRI (2016),

El agua aplicada por los goteros forma un humedecimiento en forma de cebolla en el interior del suelo, al que comúnmente se le denomina “bulbo húmedo”. Éste bulbo normalmente alcanza su máximo diámetro a una profundidad de 30 cm aproximadamente y su forma está condicionada fuertemente por las características del suelo, en particular la textura.

De esta forma funciona el riego tradicional en donde los administradores o encargados del riego de los cultivos, tienen un horario establecido para activar el sistema, las tuberías están ya instaladas y el flujo de agua dependen del dragado de la bomba hidráulica, ésta es activada durante dos horas día de por medio, la activación se hace una hora por la mañana y la otra por la tarde de esta manera se hace el riego tradicional.

2.4.2. Riego automatizado

2.4.2.1. Concepto

Primeramente, debemos de conocer que es la automatización, según (Vallejo & Vallejo, 2006) afirma:

La automatización se ha entendido como una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción, de bienes físicos de consumo, además involucra una

gran variedad de sistemas y procesos que se ejecutan con mínima o ninguna intervención del ser humano. (pág. 1)

Conociendo que es la automatización se explica qué es un sistema automatizado, Canto, (2016) expresa que, “Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos” (pág. 3).

Tomando en cuenta los conceptos anteriores de la automatización continuamos con definir que es un sistema automatizado de riego Según, MAHER, (2019) el riego automático:

Se trata de un sistema de riego que provee de agua a los cultivos de manera automatizada y que emplea normalmente la aspersión o el goteo. Existen sistemas de riego automático que combinan tanto la aspersión como el goteo y que permiten combinar las ventajas de ambas técnicas.

Este sistema es una manera de regar los cultivos en donde la tecnología hace la mayor parte del trabajo, en este caso se habla de la tecnología de microprocesadores Arduino Uno, la que permite hacer de manera automática la activación del riego, en dependencia de la humedad del suelo captada por medio de sensores de humedad, lo cual no requiere de la activación manual, por lo que se le llama sistema de riego automático.

2.4.2.2. Características

Este método de riego automatizado es similar al tradicional o riego por goteo, únicamente se le añade las tecnologías que permiten que este no requiera de la manipulación constante de una persona, a continuación, se detallan las características y componentes.

- ✓ Posee el uso de sensores de temperatura y humedad relativa del suelo y el aire.
- ✓ Cuenta con placa programable en donde posee códigos que es el que permite la automatización.
- ✓ Sistemas de para visualizar y controlar como pantalla y botones.

- ✓ Es necesario actuadores como válvulas, relés, interruptores etc.
- ✓ Cableado eléctrico y electrónico.
- ✓ Sistemas de comunicación mediante internet y/o Bluetooth.

2.4.2.3. Funcionamiento

Este sistema automático cuenta con muchos componentes que permiten el trabajo, como primer elemento que se necesita es la instalación de tuberías normales utilizadas en el sistema de riego tradicional.

La activación del riego no lo hace una persona si no que este lo hace por medio de las instrucciones debidamente programadas, en las cuales recibe la humedad del suelo en tiempo real y dependiendo de este valor y del tipo de planta que esté en producción, se activa o desactiva.

Ejemplo: de acuerdo a lo investigado el cultivo del frijol necesita entre 60%-70% de humedad relativa por lo tanto mientras se encuentre en ese rango o mayor el riego automatizado permanecerá desactivado, en cambio si el porcentaje es menor este mandara una señal al interruptor que permite el paso de corriente eléctrica accionando la bomba hidráulica de manera automática.

III. Operacionalización de variables

Tabla 1:

Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Dimensiones e Indicadores	Indicadores	Pregunta o ítem	Obtención de la información
Riego	Según FAO (2015) el riego por goteo es aquel que “El agua es distribuida de manera localizada, por gotas, a través de goteros instalados en mangueras de goteo,	Cantidad de agua utilizada. Tipo de cultivo. Tiempo de cosecha. Temporada. Ubicación geográfica de la finca. Hacer frente al cambio climático (fuente propia)	Mejorar el consumo del agua implementando un sistema automatizado.	Control eficiente del recurso del agua. Aplicación de las nuevas tecnologías para el uso en la agricultura	Riego controlado de forma efectiva a través del sistema de riego, con dependencia del valor de humedad, captado por el sensor de humedad	1. ¿Le gustaría utilizar un sistema de riego automático con la tecnología de microcontrolador es para hacer uso eficiente del agua? 2. ¿Está familiarizado con las nuevas tecnologías de riego?	Entrevista

pequeños reservorios (galones, bambú, etc.) o tuberías de distribución” (pág. 30).	(higrómetro fc-28)	3. ¿Qué tipo de riego utiliza normalmente?
---	-----------------------	--

Humedad	La humedad es una propiedad que describe el contenido de vapor de agua presente en un gas, el cual se puede expresar en términos de	Valor de humedad capturado por el sensor fc-28 para determinar la necesidad de agua del cultivo.(Fuente Propia)	Utilizar los parámetros establecidos de humedad para cada planta y aplicarlo en el sistema de riego automatizado.	Humedad como valor determinant e para un buen uso del agua.	Controlar el sistema de riego remoto de manera eficiente, a través del valor de humedad, obtenido por el sensor de humedad (Higrómetro FC-28),	Estado de la tierra de la parcelado. Tiempo de estación del año actual. Estado del desarrollo del cultivo actual sembrado.	Observación
---------	---	---	--	--	--	--	-------------

varias magnitudes. Algunas de ellas se pueden medir directamente y otras se pueden calcular a partir de magnitudes medidas. (Martines, 2007)

para así notificar al usuario, que se debe de regar.

Eficiencia	Expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto económico	Uso eficiente del agua para hacer frente al cambio climático y obtener una buena producción.(Fuente Propia)	Valorar la eficiencia de los 2 sistemas y comparar cual es el más viable.	Obtener eficiencia del agua con la utilización de nuevas tecnologías.	Controlar mediante el sistema remoto de riego la humedad de la planta en tiempo real, para	1. ¿De dónde se obtiene el recurso del agua utilizada para el riego? 2. ¿Cómo se maneja el recurso del agua en época seca?	Entrevista a la dueña de la finca El Descargadero
------------	---	---	---	---	--	---	---

para lograr
el
cumpliment
o de un
objetivo
determinad
o,
minimizand
o el empleo
de recursos
(Jaimes,
Rojas, &
Valencia,
2018)

así, activar
el riego del
cultivo, y
solo utilizar
el recurso
del agua
cuando sea
necesario.

IV. Diseño metodológico

En este acápite se presenta el enfoque, tipo de investigación, contexto en el que se realizó el estudio, población, muestra, instrumentos, aplicación y procedimientos utilizados para el procesamiento de información.

4.1. Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en la finca de la señora Imelda del Socorro Navarro, que está ubicada comunidad La Calabaza a un kilómetro salida sur de la ciudad de Estelí, específicamente en las coordenadas 13.003'34,2'' N y 86.020'44,1'' W.

En la siguiente ilustración tomada de Google Maps, se presenta el área de la finca El Descargadero delimitada por la línea amarilla, en el caso del terreno señalado por la línea roja, indica el $\frac{1}{4}$ de manzana de parcela, en donde se implementó el sistema automatizado de monitoreo remoto de riego.



Ilustración 1. Ubicación de la finca El Descargadero

Fuente: Google Maps

4.2. Enfoque

En esta investigación el enfoque es de carácter cualitativo, de acuerdo a lo planteado por (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Pilar Baptista, 2014, pág. 9) “Las

indagaciones cualitativas no pretenden generalizar de manera probabilística los resultados a poblaciones más amplias ni obtener necesariamente muestras representativas; incluso, regularmente no pretenden que sus estudios lleguen a repetirse” lo que implica que los resultados que se obtuvieron en la investigación no fue necesario el procesamiento desde el punto de vista estadístico o probabilístico. En este caso prevaleció la valoración y percepción de la familia beneficiada.

4.3. Tipo de investigación

La investigación es del tipo **aplicada** y **descriptiva**, si se toma como punto de partida lo manifestado por investigadores tales como: (Ríos Ramírez, 2017) quien dice que una investigación del tipo aplicada “es concreta y busca la aplicación de los conocimientos en resolver algún problema determinado. Se basa en la investigación básica”. En este sentido, la investigación se ha enfocado en aplicar un conjunto de pasos a fin de poder implementar un sistema de riego automatizado en la parcela en estudio, del mismo modo, es descriptiva, de acuerdo a (Ríos Ramírez, 2017) quien define que una investigación descriptiva “en el segundo nivel de conocimiento, busca encontrar las características, comportamiento y propiedades del objeto de estudio ya sea en el presente o en el futuro, en este último caso se denomina de pronóstico”.

En fin, según el desarrollo de esta investigación además de ser aplicada también se considera descriptiva debido a que se detallan los procedimientos y funcionalidades de los sistemas de riego que están en estudio que son el riego tradicional o por goteo y el sistema automatizado de monitoreo de riego incluyendo la aplicación web.

4.4. Alcance

Implementar un sistema de monitoreo remoto de riego, empleando tecnología de microprocesadores para relacionar su eficiencia con respecto al manejo tradicional del recurso de agua, en la finca El Descargadero Estelí, en el primer semestre 2020.

4.5. Unidad de análisis

La unidad de análisis de esta investigación está centrada en el área de producción de hortalizas de la finca El Descargadero.

4.6. Informantes claves

Sra. Imelda del Socorro Navarro Benavidez, que brindó información sobre el sistema de riego actual y las herramientas necesarias para la implementación del sistema remoto de riego.

Los agricultores que realizan el proceso de siembra facilitaron datos sobre el manejo de riego de los cultivos, como también se solicitó ayuda a ingenieros agrónomos para que el sistema sea eficiente y que los cultivos reciban la cantidad de agua de manera óptima.

4.7. Método

Dado que la investigación tiene un enfoque cualitativo, el método de investigación corresponde al **inductivo**, siendo apropiado para conocer valoraciones, percepciones y significados que las personas involucradas en el proceso, asignan a sus experiencias. Con base a esto (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Pilar Baptista, 2014) dice: “El método inductivo aplica en los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios”

Esto contribuye, a que en esta investigación se considere como un caso particular la implementación de un sistema automatizado de monitoreo de riego, en donde se parte de situaciones particulares para dar explicaciones en términos generales.

4.8. Métodos y técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos utilizadas que nos permitió recoger, validar y analizar la información necesaria para lograr los objetivos de la investigación son los siguientes:

4.8.1. Entrevista

Se realizaron dos entrevistas diferentes las cuales ayudaron a la recolección de datos importantes, se describe a detalle cada una de ellas a continuación:

Se realizó una entrevista con el objetivo de hacer un diagnóstico de resultados de las opiniones de la dueña de la finca El Descargadero, en cuanto a la situación actual del riego y conocer los requerimientos del sistema basado en la problemática.

Posterior se realizó la segunda entrevista con la cual se recolectaron datos sobre la experiencia que tuvo la propietaria al utilizar el sistema automatizado de riego remoto en su parcela, en donde se identificaron apartados importantes como: funcionalidad, seguridad y fácil manejo.

4.8.2. Observación

Como una técnica de recolección de datos, se implementó un estudio a través de una guía de observación que se realizó en su respectivo momento con el fin de observar y evaluar los aspectos más relevantes del riego actual de la finca El Descargadero.

4.9. Validación de instrumentos

Para que esta investigación sea confiable y segura, fue de vital importancia la validación de los instrumentos que se ocuparon para la recolección de datos para el desarrollo del sistema automático y monitoreo, por este motivo se abocó a docentes del área de computación de la FAREM-Estelí, con el objetivo de que revisaran las guías de recolección de información y de acuerdo a las sugerencias y observaciones obtenidas, se valoraron para ser incorporados en las guías.

Una vez obtenido los comentarios y sugerencias de los docentes, se procedió a aplicar cada uno de los instrumentos con algunos compañeros de clase a fin de saber si ellos comprendían cada uno del ítem.

4.10. Manejo de los datos

Los datos obtenidos en la experimentación del consumo de agua por el riego tradicional tanto como el sistema automatizado de riego, se tabuló, organizado por fechas de prueba, tipo de riego y la cantidad de agua consumida. La unidad medida fue litros por día.

El tipo de tabulación que se realizó es la mecánica, debido a que fueron múltiples datos, ya que, una vez organizada la información, se procedió a realizar una fórmula matemática, para así establecer de una manera confiable la eficiencia de ambos sistemas.

4.11. Desarrollo de etapas del sistema

La ingeniería de software ágil combina un conjunto de lineamientos de desarrollo. pone en énfasis: la satisfacción del cliente y en la entrega rápida del software incremental, los equipos pequeños y motivados para efectuar el proyecto, los métodos informales, los productos de trabajo con mínima ingeniería de software y la sencillez general en el desarrollo.

Para desarrollar el sistema de riego remoto de riego, se utilizó la metodología ágil SCRUM.

4.11.1. Definición de SCRUM

Para el desarrollo de aplicación web de monitoreo de riego y el sistema automatizado de riego, se utilizó la metodología SCRUM, según Schwaber y Sutherland (2013) consiste en:

Un proceso o una técnica para construir productos; en lugar de eso, es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varias técnicas y procesos. SCRUM muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo, de modo que podamos mejorar.

SCRUM es “inspección y adaptación”. Dado que el desarrollo conlleva de forma inevitable aprendizaje, innovación y sorpresas, SCRUM enfatiza dar pequeños pasos en el desarrollo, inspeccionando tanto el producto resultante como la eficacia de las prácticas actuales, y a continuación adaptar los objetivos respecto al producto y las prácticas de los procesos. Deemer , Benefield , Larman , y Vodde (2012)

4.11.2. Procesos

Producto Backlog: se establecieron reuniones con el cliente final, donde este describió las principales funcionales de ambos sistemas. Se establecieron sesiones con tiempo estimado de una hora y media, donde el actor fue la dueña de la finca, y esta especificó las funcionalidades del sistema automatizado de riego y la aplicación web de monitoreo.

Posteriormente, se obtuvieron las historias de usuarios, estas llevaran un orden igualatorio, con el propósito que sean comprensibles para el usuario y el equipo desarrollador mostrando cada componente que debería llevar ambos sistemas.

Seguidamente se clasifico las historias de usuario mediante el product owner, se consideraron las más importantes para el desarrollo.

Sprint Backlog: en la planificación del desarrollo de los sistemas se identificaron con el equipo, las historias de usuarios que se establecieron para su debida implementación.

En cada sprint se estableció un rango de tiempo, el cual fue de una a dos semanas como máximo.

Con las historias priorizadas y estimadas se entregaron a los responsables del grupo de desarrollo.

Sprint: los miembros del equipo mantuvieron reuniones diarias de no más de una hora, para discutir sobre algunos inconvenientes, procesos y dificultades de las tareas terminadas en reuniones anteriores que su tuvieron durante el sprint.

Retrospectiva: una vez desarrollada la primera versión de ambos sistemas, se realizó una reunión con la presencia de todos las participantes y la dueña, quienes indagaron y conversaron sobre las tareas que pueden mejorarse, cambiar o empezar.

V. Análisis y discusión de resultados

En este apartado se describen los resultados obtenidos de la investigación. Primero, se presenta la información obtenida sobre la identificación de los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema automatizado de riego en la finca El Descargadero, seguidamente, el proceso de desarrollo de la aplicación web con sus respectivos módulos. Al finalizar se hizo una valoración de la eficiencia del sistema de riego automático con respecto al riego tradicional.

Requerimientos identificados para la realización del sistema de monitoreo de riego en la finca El Descargadero.

Dando salida al objetivo “Determinar los requerimientos necesarios para la implementación del sistema automatizado de monitoreo de riego”, se presenta la información necesaria obtenida por medio del método de entrevista y observación.

La finca El Descargadero, como ya se ha mencionado, pertenece a la señora Imelda del Socorro Navarro Benavides. Está ubicada en la comunidad la Calabaza a un kilómetro salida Sur de la ciudad de Estelí, del vivero El Porvenir 100 m al Norte y 200 m al Oeste. El principal rubro de ingresos económicos de la familia es la agricultura. Entre las plantas que se cultivan están principalmente hortalizas como: papas, tomates, cebolla, chiltoma, granos básicos como: frijoles y maíz, el área de estudio se delimitó en una parcela de la finca con un área de $\frac{1}{4}$ de manzana.

Para el desarrollo de la monografía primero se hizo una valoración de los recursos básicos necesarios a fin de garantizar, la viabilidad y el alcance de la implementación de este proyecto.

De acuerdo a la guía de entrevista se logró identificar los servicios con los que cuenta la finca que ayudaron al desarrollo del sistema en donde la información obtenida se pudo cotejar con las afirmaciones de la propietaria quien dijo: “El recurso del agua se obtiene de un pozo artesanal”, además afirma que cuenta con servicio de energía eléctrica e internet, lo que cumple con las condiciones necesarias para desarrollar el proyecto de monitoreo de riego.

Con apoyo de la guía de observación la propietaria afirma que el recurso del agua se obtiene de un pozo el cual la extracción se hace por medio de una bomba hidráulica y permite llevar el agua a las plantas por medio del riego por goteo, que es el que se utiliza actualmente en la finca.

Efectivamente, el sistema es riego por goteo, es la forma de distribución del agua, similar a lo expresado en la bibliografía presentada en el Marco teórico en lo referente a lo que afirma Lourdes (2016):

El riego por goteo o riego gota a gota es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua y abonos en los sistemas agrícolas de las zonas áridas. El agua aplicada se infiltra en el suelo irrigando directamente la zona de influencia radicular a través de un sistema de tuberías y emisores. (pág. 16)

Cabe destacar que en esta finca el abono se introduce en el agua que, del riego por goteo, sólo en el cultivo del tomate.

En el siguiente diagrama muestra la estructura del montaje de tuberías y mangueras de riego por goteo que se utilizan de manera tradicional en la parcela.

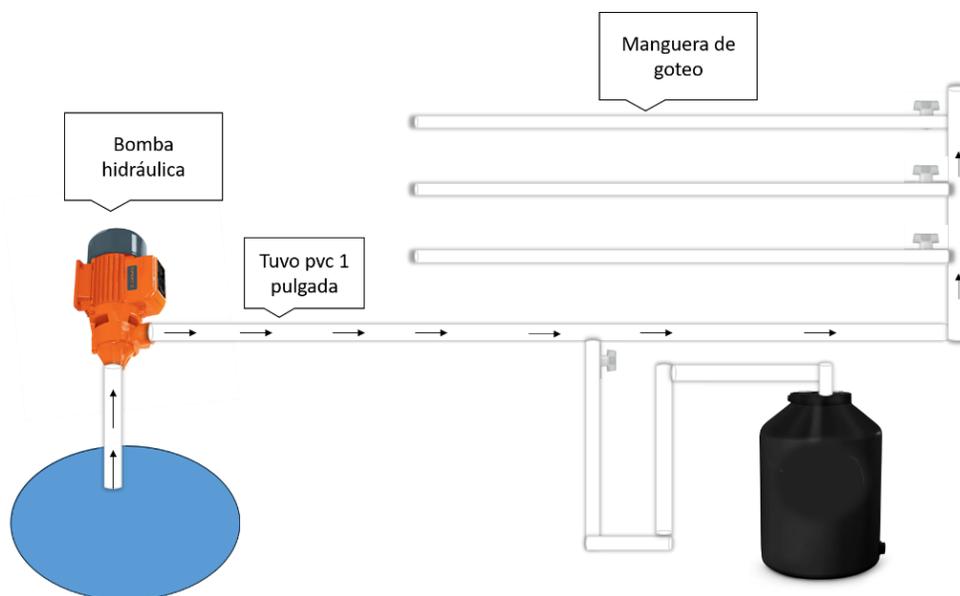


Ilustración 2. Esquema del sistema tradicional.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que el costo económico aproximado de cada componente de este sistema es:

Tabla 2:

Costo del Sistema Tradicional.

Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Precio US\$	Costo total US\$
Bomba hidráulica	1	Unidad	200,00	200,00
Tubería de PVC de 1"	20	Metro	2,00	40,00
Llave de paso PVC de 1"	1	Unidad	1,50	1,50
Llave de paso para cintas de goteo	15	Unidad	0,50	7,50
Rollos de cintas de goteo	1	Rollo	100,00	100,00
Tanque 1100 L bicapa	1	Unidad	209,29	209,29
Total		39	513,29	558,29

Con las observaciones realizadas en la finca se determinó que el montaje de riego está estructurado y compuesto de la siguiente manera:

Cuenta con una bomba que es la que extrae el agua con una salida de 1 pulgada, por lo que es transportada por medio de un tubo de 1 pulgada, el cual tiene una distancia de 70m, de esta al final de su caudal se divide en mangueras de goteo de $\frac{1}{4}$, el número de división de dichas mangueras depende de los surcos que se ocupen para la siembra.

Proceso de riego

Al regar los cultivos de la parcela primeramente se conecta la bomba a la corriente eléctrica, al momento de recibir energía esta comienza a dragar el agua del pozo, transportando el agua por la tubería principal. Para el control independiente del flujo de agua de cada surco, este cuenta con una llave de pase en cada manguera que permite controlar el riego de cada surco.

Implementación de la aplicación web y sistema de riego automático.

Para dar respuesta a la pregunta problema: ¿Qué elementos se deben de incluir en el sistema automatizado de monitoreo de riego para que sea más eficiente?, se detalló un listado de los componentes para su instalación, que se muestran a continuación:

Componentes eléctricos

Tabla 3:

Costos de los componentes para el sistema eléctrico.

Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Precio US\$	Costo total US\$
Cable de red	10	Metros	0,60	6,00
Cable eléctrico n°12	9	Unidad	0,85	7,74
Cable USB tipo micro	1	Unidad	2,00	2,00
Cubo de carga de pared	2	Unidad	2,00	4,00
Toma corriente de 2 entradas	1	Unidad	1,00	1,00
Interruptor sencillo	1	Unidad	0,50	1,00
Caja eléctrica pesada	1	Unidad	1,30	1,30
Total	6		8,20	23,04

Componentes electrónicos

Tabla 4:

Costo de los componentes electrónicos.

Descripción	Cantidad	Unidad de media	Precio US\$	Costo total US\$
Arduino uno (a000073)	1	Unidad	15,00	15,00
Jacobsparts esp8266 esp-12e Microcontrolador wifi USB placa de desarrollo nodemcu micropython.	2	Unidad	11,50	23,00
Fc-28-d piso higrómetro detección módulo + sensor de humedad del piso – azul.	5	Unidad	1,00	5,00
Módulo relé de 8 canales (Arduino).	1	Unidad	12,00	12,00
Adafruit industries 772 LCD shield kit, 16 x 2 azul/blanco visualización, Arduino.	1	Unidad	20,00	20,00
Total	10		59,50	75,00

Dando salida a los objetivos “Aplicar la tecnología de microprocesadores Arduino Uno y ESP8266” y “Desarrollar una aplicación web para el monitoreo del sistema automatizado de riego”, se utilizó la metodología SCRUM, a continuación, se describen sus siguientes fases o procesos:

Fase 1: Product Backlog

Las historias de usuarios permitieron al equipo de desarrollo percibir la importancia y relevancia del proyecto e identificar las prioridades de los procesos principales que se llevan en la finca. Esta técnica es de uso frecuente en las metodologías ágiles para el desarrollo y cumplimiento de la entrega de productos funcionales en poco tiempo.

A continuación, se presentan las diferentes historias de usuarios para el desarrollo del sistema automatizado y la aplicación web de monitoreo, recopiladas mediante la entrevista que se realizaron con la dueña de la finca. Estas se presentan de manera ordenada de acuerdo a la dependencia que tengan. Al final surgieron las siguientes historias de usuarios para el desarrollo del sistema automatizado de riego y su aplicación web de monitoreo en la finca El Descargadero.

Aplicación web de monitoreo

Historias del usuario 1:

Prioridad: baja

Como: administrador

Quiero: conocer información del sistema automatizado.

Para: dar a conocer información detallada del funcionamiento del sistema automatizado de riego, instalado en la finca El Descargadero.

Estimación: 1 días

Historia del usuario 2

Prioridad: baja

Como: usuario básico

Quiero: información de contacto de la finca El Descargadero

Para: conocer información básica deseada por la dueña de la finca El Descargadero

Estimación: 2 días

Historia del usuario 3

Prioridad: alta

Como: administrador

Quiero: conocer el estado actual del riego

Para: obtener el estado del riego en tiempo real desde cualquier sitio con acceso con conexión a internet

Estimación: 7 días

Historia del usuario 4

Prioridad: alta

Como: administrador

Quiero: conocer de manera gráfica la humedad del suelo de los cultivos

Para: visualizar la humedad captada por los sensores del sistema automatizado en tiempo real, haciendo uso de una gráfica.

Estimación: 2 días

Historia del usuario 5

Prioridad: alta

Como: administrador

Quiero: generar reportes del sistema automatizado

Para: poder llevar un registro de lo realizado por sistema automatizado de riego, y poder descargarlo en cualquier momento, en formato PDF

Estimación: 15 días

Sistema automatizado de riego

Historia del usuario 6

Prioridad: alta

Como: administrador

Quiero: elegir diferentes cultivos en el sistema automatizado

Para: utilizar un menú en la pantalla del sistema automatizado, para utilizarlo conforme al cultivo sembrado, y así mismo cambiarlo cuando en la finca se siembre un diferente cultivo.

Estimación: 7 días

Historia del usuario 7

Prioridad: alta

Como: administrador

Quiero: activar el sistema en dependencia del cultivo sembrado

Para: utilizar el sistema automatizado en dependencia de la humedad relativa programada

Estimación: 15 días

Back LOGS

En esta tabla se muestran de una manera ordenada y organiza todas las historias de usuario obtenidas en este proceso.

Tabla 5:

Back LOGS.

Lista de requerimiento proporcionadas por la dueña de la finca			
Back Logs			
numeral	Descripción	Prioridad	Notas
1	Visualizar información del sistema automatizado	Baja	
2	Mostrar información de contacto de la finca El Descargadero	Baja	
3	Conocer estado actual del riego en tiempo real	Alta	
4	Conocer de manera gráfica la humedad del suelo	Alta	
5	Generar reportes para el control administrativo del sistema		
6	Seleccionar de manera interactiva los cultivos programada en el	Alta	

	sistema automatizado	
7	Activar el sistema de riego, en dependencia de la humedad relativa de cada cultivo	Alta

Fase 2: Planificación del Sprint

Primeramente, se definieron los miembros del equipo para la realización de este proyecto, el cual quedó organizado de la siguiente manera:

Product Owner: Sra. Imelda del Socorro Navarro Benavidez.

SCRUM Master: Kener Johaxi Ponce Cruz.

SCRUM Team: Donald Francisco Ponce Cruz, Kener Johaxi Ponce Cruz-Límber Josué Rodríguez Navarro.

Los implicados de este proyecto son los usuarios básicos y la dueña de la finca.

En la primera reunión se definieron los sprint necesarios para empezar la creación correcta tanto del sistema automatizado de riego y la aplicación web de monitoreo, conforme a los requerimientos obtenidos de la propietaria de la finca, que permitieron la correcta realización y las estimaciones iniciales para la estructuración de los mismos.

Tabla 6:**Riego.**

Back logs					
Numeral	Nombre	Importancia	Estimación inicial	Pruebas	Notas
1	Creación de diagrama entidad-relación	Alta			
2	Creación de migraciones en el framework Laravel	Alta		Migrar la base de datos desde MySQL al framework Laravel	Es necesario tener activo el servidor apache
3	Codificación del modelo MVC para las vistas de la aplicación web de monitoreo de riego	Alta		Visualizar desde cualquier dispositivo los datos	La aplicación debe de estar programada en dependencia al modelo vista controlador.
4	Implementación de plantilla layout, menú y vistas en dependencia de sus roles	Media		Visualización desde cualquier dispositivo, las diferentes vistas creadas en	Crear diferentes vista y así mismo mostrarlas en dependencia a sus roles asignados por

		dependen cia a sus roles	la dueña de la finca.
5	Implementaci ón de menú en la pantalla del sistema automatizado de riego	Crear un menú de fácil acceso, para la selección del cultivo actual sembrado.	Codificar un menú con los cultivos que normalmente se siembran en la finca El Descargadero , todos estos en dependencia del valor de humedad relativa
6	Envío de datos mediante el uso del módulo Nodemcu ESP8266	Transmisi ón de datos mediante el módulo ESP8266, valores tales como estado de riego, humedad actual y tiempo de regado, para ser mostrado en la	Enviar datos a la base de datos de la aplicación web, haciendo uso del módulo esp8266 como cliente, conectado al internet domiciliar de la finca.

aplicación
web de
monitoreo

La siguiente tabla corresponde a los responsables de cada sprint y los días asignados para generar un entregable al propietario en base a los backlogs requeridos del primer sprint.

Tabla 7:

Responsables de cada sprint del proyecto.

Ítem	Sprint	Encargados	Tareas	Días asignados
1	Sprint 1	-Límber Rodríguez Navarro. -Kener Ponce Cruz.	-Diseño de base de datos -Codificación en IDE de Arduino del menú de la pantalla y sus funciones. -Codificación del Envío de datos mediante el módulo ESP8266. -Instalación del sistema automatizado. -Diseño de la estructura de la aplicación web según los roles de usuarios.	60 días
2	Sprint 2		-Generación de reportes de riego. -Creación de gráfica de humedad relativa en tiempo real. -Login de usuarios.	30 días

Tabla 8:

Primera Reunión Sprint.

Primera reunión sprint				
Fecha	Hora inicial	Hora final	Lugar	Próxima reunión
	9:00am	11:00am	Finca El Descargadero	Lunes, 07 de septiembre de 2020
Tareas importantes abordadas en la reunión		Hora		
Dueña resume la lista de backlog		De 9:00am a 10:00am		<ul style="list-style-type: none">• Cultivos a añadir en el sistema automatizado de riego.• Diseño general de la aplicación web.• Diagrama de la base de datos a utilizar.
División de cada uno de los sprint para dar salida a estos en tiempo y forma		De 10:30am a 11:00am		
Selección del lugar para el SCRUM diario, para así conocer avances y obstáculos del día		De 11:00am a 11:30am		

Tabla 9:

Segunda Reunión Sprint.

Segunda reunión sprint				
Fecha	Hora inicial	Hora final	Lugar	Próxima reunión
	9:00am	11:00am	Finca El Descargadero	Lunes, 21 de septiembre de 2020
Temas importantes abordadas en la reunión		Hora		
Se presenta el avance acordado en el backlogs de la primera reunión		De 9:00am a 10:00am	Se entrega un prototipo a la dueña de la finca, de cómo será la ubicación y funcionalidad del sistema automatizado de riego, todo esto como finalización del primer sprint en el tiempo establecido, y así tenga seguridad de que el proyecto avanza como está acordado.	
La dueña de la finca establece los parámetros a seguir en el sprint 3		De 10:30am a 11:00am	<ul style="list-style-type: none">✓ Menú del sistema automatizado con los cultivos principales.✓ Envío de datos del sistema automatizado a la base de datos.✓ Generación de reportes.✓ Estado de riego en tiempo real.✓ Gráfica de humedad en tiempo real.✓ Login de usuario.	

- ✓ Página de información general.
- ✓ Aprobación del proyecto.

Establecemos el lugar de reunión para el SCRUM diario para conocer el avance y limitaciones en el día. De 11:00am a 11:30am

Tabla 10:

Tercera reunión sprint

Tercera reunión sprint				
Fecha	Hora inicial	Hora final	Lugar	Próxima reunión
	9:00am	11:00am	Finca El Descargadero	Lunes, 05 de octubre de 2020
Se presenta el avance y lo acordado en los backlogs de la segunda reunión		Hora		
El propietario establece los parámetros a seguir en el sprint 4		De 9:00am a 10:00am	Se instala el proyecto finalizado, para el testeo del buen funcionamiento de cada componente del sistema automatizado de riego, y su eficiencia en el consumo del agua, para así su aprobación final.	
El propietario establece los parámetros a seguir en el sprint 4		De 10:30am a 11:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación del proyecto. 	
Establecemos el lugar de reunión para el SCRUM diario para		De 11:00am a 11:30am		

conocer el avance y limitaciones
en el día.

Fase 3: SCRUM diario

Para la correcta finalización del proyecto y siguiendo con la metodología utilizada se prosiguieron a realizar reuniones diarias en las cuales se ejecutaron retroalimentaciones de los avances del día anterior y así brindar una evaluación de estas, las cuales se llevó un registro de ellas.

Fase 4: Revisión del Sprint

Cada uno del sprint acordado anteriormente se finalizó de manera satisfactoria, de los cuales sus resultados son los siguientes:

- ✓ Diseño de la base de datos.
- ✓ Diseño de plantilla.
- ✓ Generación de reportes.
- ✓ Login de usuarios con sus diferentes roles asignados.
- ✓ Información general de la finca El Descargadero.
- ✓ Estado de riego automatizado en tiempo real.
- ✓ Visualización gráfica en tiempo real de la humedad relativa del suelo.
- ✓ Menú interactivo con diferentes cultivos.
- ✓ Activar o desactivar la irrigación en dependencia de la humedad relativa del suelo.

Con cada finalización de estos puntos se obtuvo lo siguiente:

En esta ilustración se presenta el diseño del modelo identidad-relación, con la base de datos utilizada para la creación de la aplicación web.

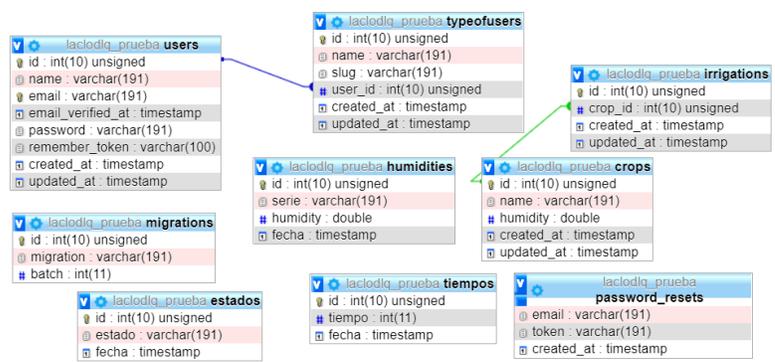


Ilustración 3: Modelo Entidad-Relación de base de datos realizada en phpMyAdmin.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra parte del código realizado en las migraciones creadas para la conexión entre el framework laravel 7.0 y el gestor de base de datos.

```

2020_05_09_230050_create_crops_table.php
database > migrations > 2020_05_09_230050_create_crops_table.php
* Run the migrations.
*
* @return void
*/
public function up()
{
    Schema::create('crops', function (Blueprint $table) {
        $table->increments('id');
        $table->string('name');
        $table->double('humidity');
        $table->timestamps();
    });
}

/**
 * Reverse the migrations.
 *
 * @return void
 */

```

Ilustración 4: Migraciones de la base datos en laravel.

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente ilustración muestra la información general a un usuario básico que quiera conocer información de la finca y el proyecto.

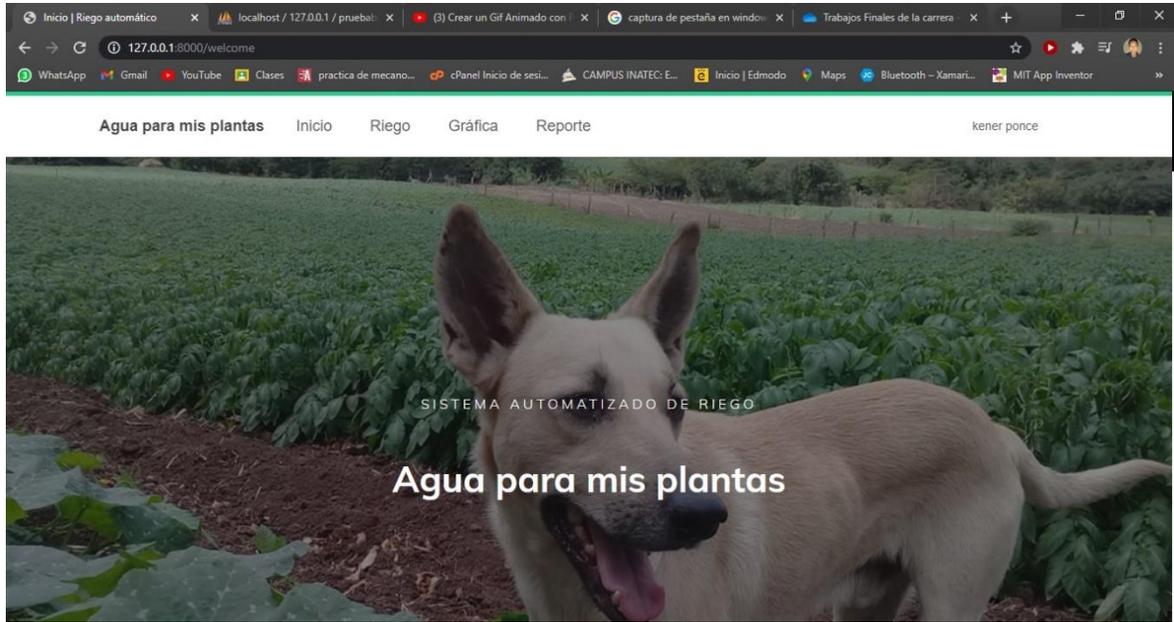


Ilustración 5: página de inicio de la aplicación web.

Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 5 se muestra la información e imágenes alusivas a los cultivos de referencia de la finca El Descargadero.

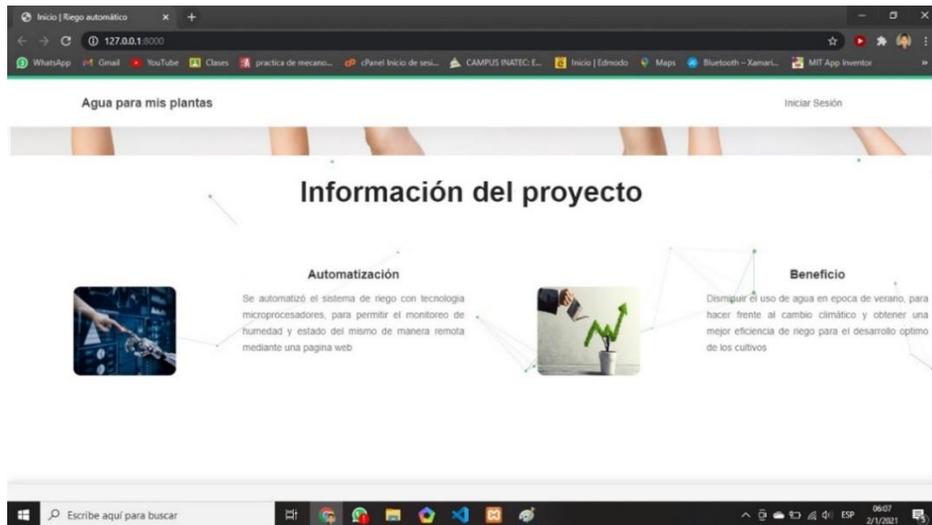


Ilustración 6: Información general del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la ilustración 6 se muestran imágenes alusivas a los cultivos de referencia de la finca El Descargadero.



Ilustración 7: Imágenes referenciales de cultivos de la finca El Descargadero.

Fuente: elaboración propia.

En esta ilustración se muestra una video simulación sobre la ubicación y funcionamiento del sistema automatizado de riego en la aplicación web.

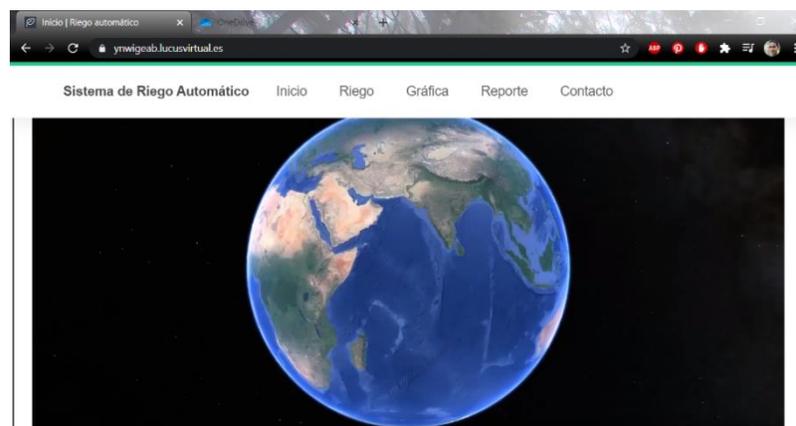


Ilustración 8: Animación sobre el sistema automatizado de riego.

Fuente: elaboración propia.

Y, por último, se muestra información básica de la finca El Descargadero la cual se puede visualizar en la parte inferior de la aplicación web.

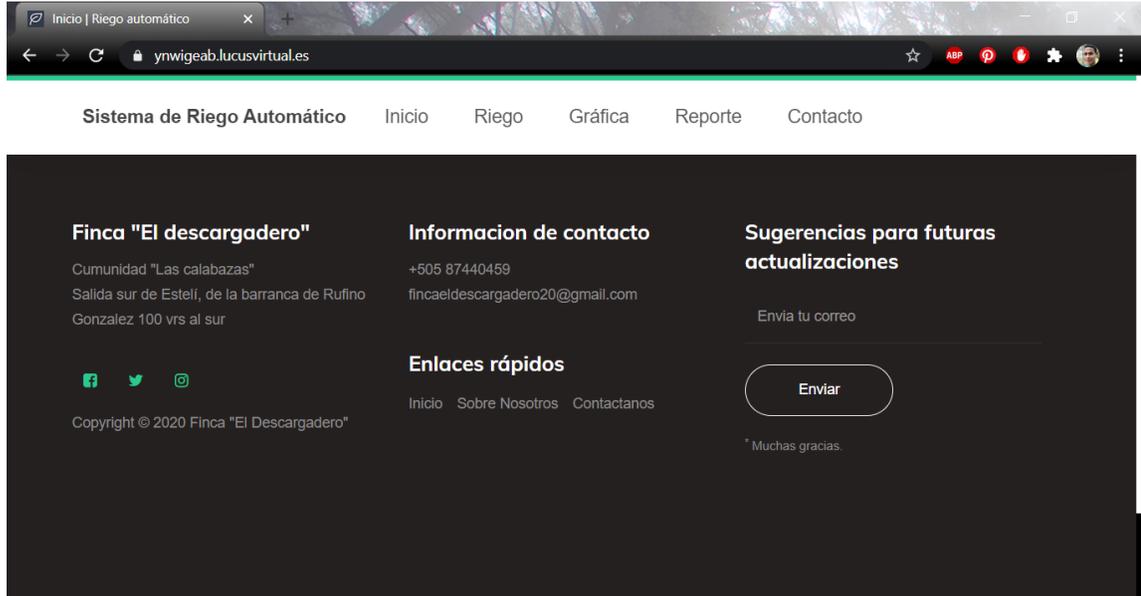


Ilustración 9: Información de contacto de la finca El Descargadero.

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente ilustración se muestra el formulario de inicio de sesión, esta es de suma importancia para el acceso a la aplicación web, la cual tiene acceso en dependencia a los roles asignados.

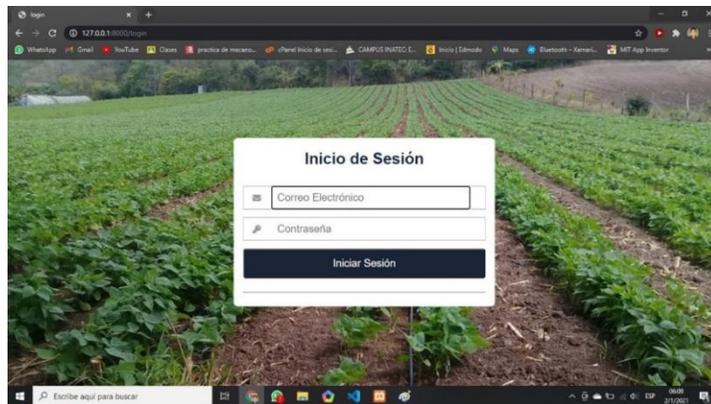


Ilustración 10: Formulario de inicio de sesión

Fuente: elaboración propia.

En la imagen anterior, después de haber iniciado sección, se muestra diferentes opciones, entre ellas un formulario de estado de riego en tiempo real, en este se muestra una lámina para identificar si el sistema está activado o desactivado.

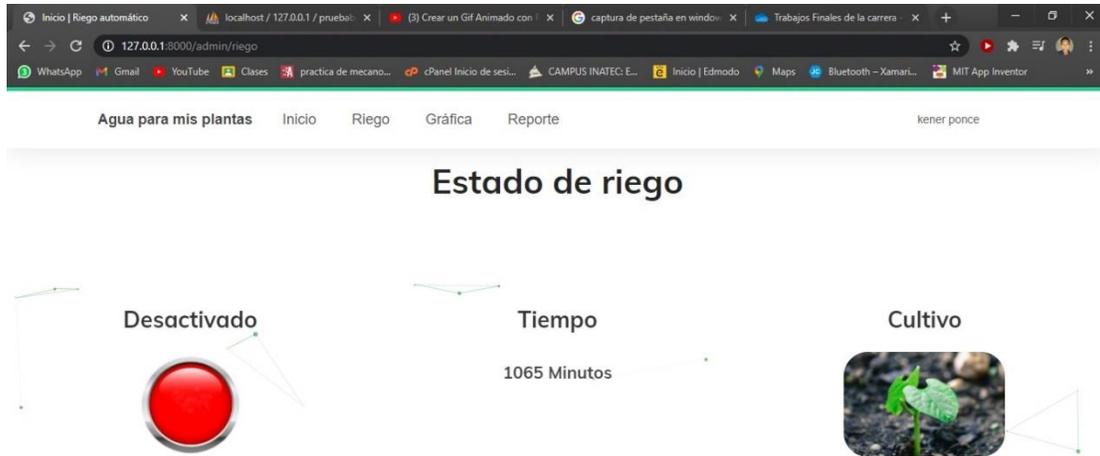


Ilustración 11: Estado de riego en tiempo real (desactivado).

Fuente: elaboración propia.

En la ilustración anterior se observa cuando en el sistema automatizado está desactivado, en esta imagen se muestra el caso opuesto donde este está en funcionamiento y es mostrado en la aplicación web.

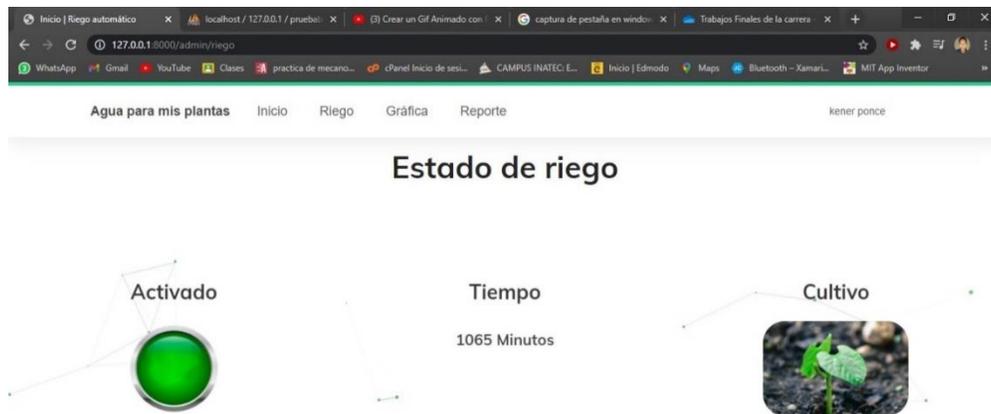


Ilustración 12: Estado de riego en tiempo real (Activado).

Fuente: elaboración propia.

La siguiente gráfica muestra en tiempo real la humedad actual del suelo captada por el sensor Fc-26, mediante el sistema automatizado de riego, esta se actualiza cada cinco minutos.

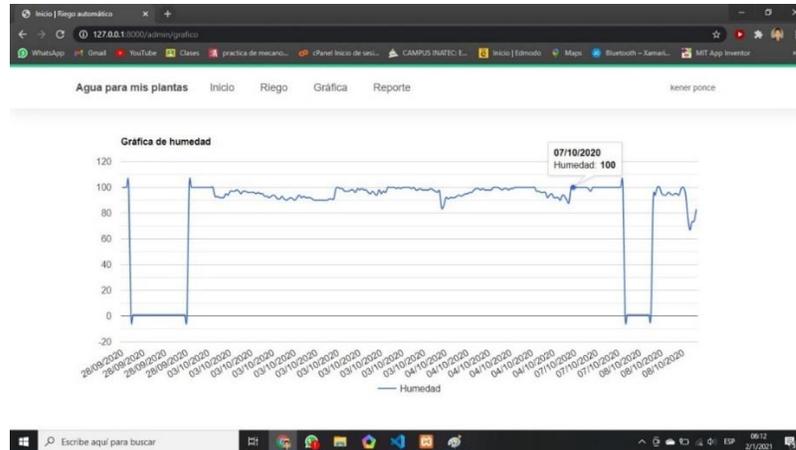


Ilustración 13: Gráfica en tiempo real de la humedad relativa del suelo.

Fuente: elaboración propia.

En este caso es representado un reporte generado por la aplicación web, datos como humedad, fecha y hora en la cual fue registrada.

Id	Serie	Humedad	Fecha
1	3989320	100	2020-09-28 08:44:29
2	3989320	100	2020-09-28 18:19:18
3	3989320	100	2020-09-28 18:30:56
4	3989320	100	2020-09-28 18:33:39
5	3989320	1	2020-09-28 18:34:42
6	3989320	1	2020-09-28 18:35:45
7	3989320	1	2020-09-28 18:36:49
8	3989320	1	2020-09-28 18:37:52
9	3989320	1	2020-09-28 18:38:55

Ilustración 14: Reporte sobre la actividad del sistema de riego automático.

Fuente: elaboración propia.

Al seleccionar el botón imprimir, automáticamente genera un reporte en formato PDF, esto se puede generar en cualquier momento.

AGUA PARA MIS PLANTAS

Tabla de humedad de sistema de riego El descargadero

Id	Serie	Humedad	Fecha
1	3989320	100	2020-09-28 08:44:29
2	3989320	100	2020-09-28 18:19:18
3	3989320	100	2020-09-28 18:30:56
4	3989320	100	2020-09-28 18:33:39
5	3989320	1	2020-09-28 18:34:42
6	3989320	1	2020-09-28 18:35:45
7	3989320	1	2020-09-28 18:36:49
8	3989320	1	2020-09-28 18:37:52

Ilustración 15. Reporte generado por la aplicación web en formato PDF.

Fuente: elaboración propia.

En la información básica de la aplicación web se encuentra la ubicación de la finca El Descargadero en la pestaña de contacto, utilizando Google Maps.



Ilustración 16: Ubicación mediante Google Maps de la finca El Descargadero.

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente diagrama se encuentra el montaje digital del sistema automatizado. En este se encuentran todos los componentes indispensables para la implementación.

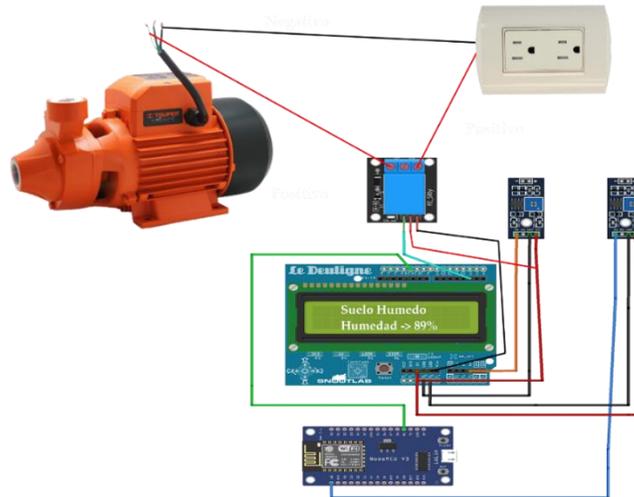


Ilustración 17: Montaje de componentes del sistema automatizado de riego.

Fuente: elaboración propia.

En la posterior lámina se ejemplifica el proceso de envío de datos a la aplicación web utilizando la tecnología de microprocesadores, Arduino uno y el módulo nodemcu WiFi ESP8266.

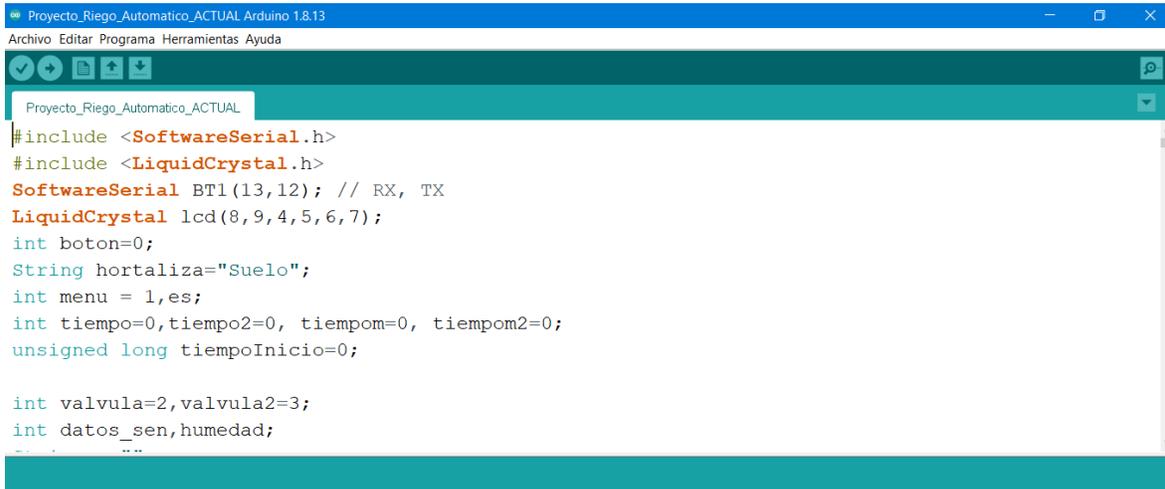


Ilustración 18: Proceso de envío de datos del sistema automatizado a la aplicación web de monitoreo.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el envío de los datos a la aplicación web, por medio del módulo Nodemcu ESP8266, este se conectó a la red WiFi de la finca El Descargadero.

En la siguiente ilustración se encuentra la codificación del sistema de riego, y utilización de diferentes librerías de los componentes del mismo.



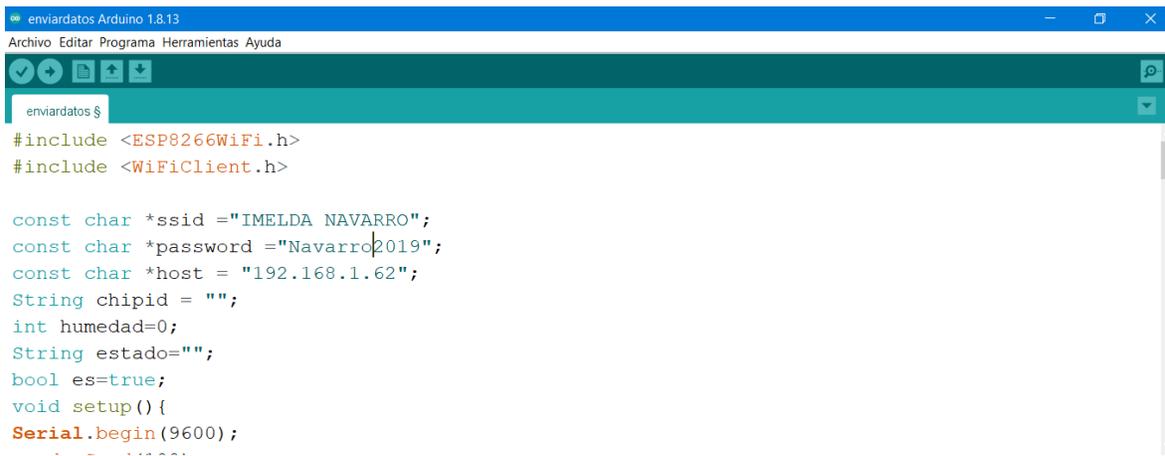
```
Proyecto_Riego_Automatico_ACTUAL Arduino 1.8.13
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda
Proyecto_Riego_Automatico_ACTUAL
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
SoftwareSerial BT1(13,12); // RX, TX
LiquidCrystal lcd(8,9,4,5,6,7);
int boton=0;
String hortaliza="Suelo";
int menu = 1,es;
int tiempo=0,tiempo2=0, tiempom=0, tiempom2=0;
unsigned long tiempoInicio=0;

int valvula=2,valvula2=3;
int datos_sen,humedad;
```

Ilustración 19: Codificación del sistema de riego automático utilizando Arduino IDE.

Fuente: elaboración propia.

En esta ilustración se encuentra parte de la codificación para el envío de datos a la nube por medio del módulo Nodemcu ESP8266, utilizando el IDE de Arduino.



```
enviardatos Arduino 1.8.13
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda
enviardatos
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>

const char *ssid ="IMELDA NAVARRO";
const char *password ="Navarro2019";
const char *host = "192.168.1.62";
String chipid = "";
int humedad=0;
String estado="";
bool es=true;
void setup() {
Serial.begin(9600);
```

Ilustración 20: Codificación del envío de datos.

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente imagen se visualiza parte del proceso realizado por el módulo ESP8266 para el envío de datos para ser mostrados en la aplicación web de monitoreo del sistema automatizado.



Ilustración 21: Módulo ESP8266 conectándose a la red Wifi de la finca El Descargadero.

Fuente: elaboración propia.

En este caso se encuentra el envío de datos mediante el módulo WiFi Nodemcu ESP8266 a la base de datos de la aplicación web. Los datos son valor de humedad actual, estado de riego y el tiempo de riego. Estos datos son actualizados cada cinco minutos.

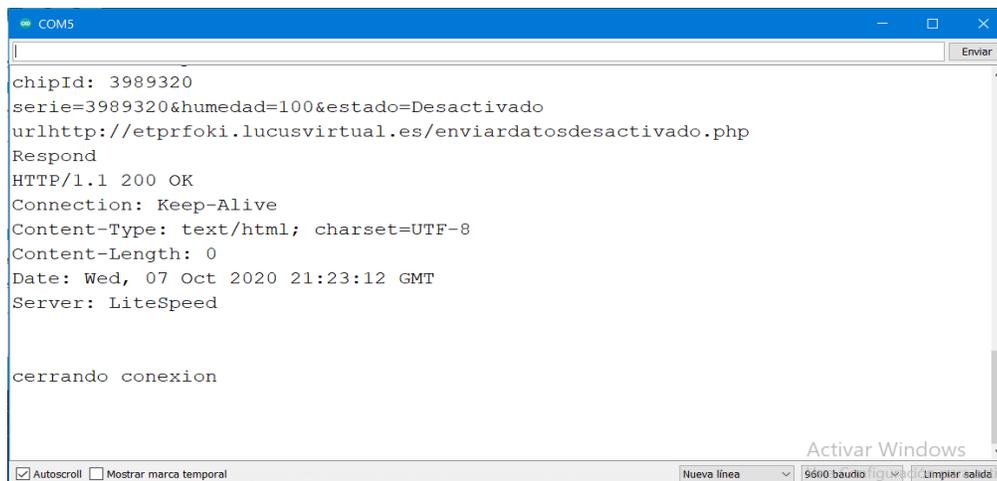


Ilustración 22: Envío de datos a la base de datos de la aplicación web.

Fuente: elaboración propia.

En esta lámina se muestra el sistema automatizado de riego instalado en una parcela de la finca El Descargadero, con todos sus componentes eléctricos y electrónicos, totalmente funcional.



Ilustración 23: Sistema automático de riego instalado por los desarrolladores.

Fuente: elaboración propia.

Como parte de la ilustración, se encuentra una toma corriente, un módulo de relé e interruptor utilizado por el sistema automatizado de riego, todo rotulado para ser entendido por cualquier persona y que de esta manera conozca qué tipo de corriente conduce cada cable.



Ilustración 24: Ubicación de módulo relé e interruptor manual de riego de riego.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra el menú del sistema automatizado de riego, este cuenta con los cultivos más importantes de la fina El Descargadero, cada una está programada con su humedad relativa.

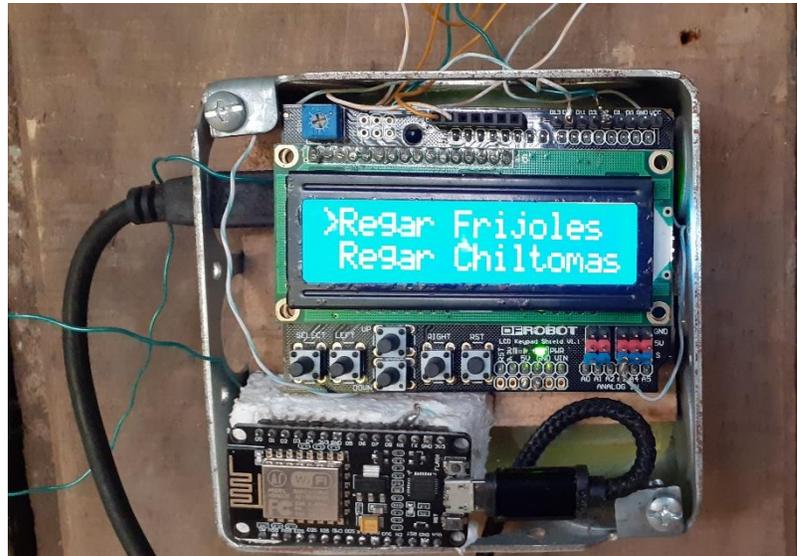


Ilustración 25: pantalla de Arduino Uno Mostrando las funciones del sistema.

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente imagen se encuentra la información mostrada en la pantalla del sistema automatizado de riego, depende de la humedad captada por el sensor FC-26 y muestra si se está regando el cultivo seleccionado.

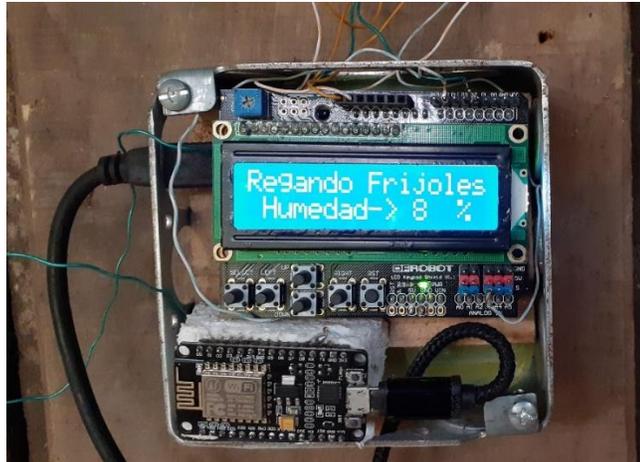


Ilustración 26: Información mostrada por la pantalla del sistema automatizado de riego.

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo con la ilustración, en este caso la información visualizada en la pantalla del sistema automatizado de riego, muestra que el suelo está suficientemente húmedo y que su valor de humedad es del 84%.



Ilustración 27: Humedad del suelo.

Fuente: elaboración propia.

Como se representa la ilustración, al ser pulsado el botón de regresar en la pantalla del sistema automatizado de riego, este automáticamente se regresa al menú principal, para que el usuario pueda seleccionar otro cultivo en el menú principal.



Ilustración 28: Información mostrada cuando es presionado el botón de regresar.

Fuente: elaboración propia.

Fase 5: Retrospectiva

En esta etapa se realizó la retrospectiva de cada uno del sprint que se ha definido en la fase de planeación de sprint, únicamente que la dueña de la finca haya mostrado inconformidad con el primer entregable, argumentando que la culminación de dicho sprint no haya cumplido lo que se solicitó.

En el caso de este proyecto, se culminó todo el sprint de manera exitosa, donde se lograron los objetivos planteados por la dueña de la finca, entre los que se pueden mencionar:

- ✓ Diseño de la base de datos.
- ✓ Diseño de plantilla.
- ✓ Generación de reportes.
- ✓ Login de usuarios con sus diferentes roles asignados.
- ✓ Información general de la finca El Descargadero.
- ✓ Estado de riego automatizado en tiempo real.
- ✓ Visualización gráfica en tiempo real de la humedad relativa del suelo.

- ✓ Menú interactivo con diferentes cultivos.
- ✓ Activar o desactivar la irrigación en dependencia de la humedad relativa del suelo.

Validación del sistema web en cuanto a usabilidad, accesibilidad y funcionalidad

La validación del sistema automatizado de riego y la aplicación web de monitoreo se realizó en diferentes momentos, los cuales la dueña de la finca estuvo presente y participó de ellos.

Para validar la usabilidad de ambos sistemas en cuanto a usabilidad, accesibilidad, y funcionalidad se utilizó una rúbrica(ver anexo nueve), en la cual se detallan los diferentes aspectos a tomar en cuenta para la validación de los sistemas ya finalizados, está diseñada en forma de tabla dividida por tres secciones antes mencionadas las cuales tienen preguntas referentes al sistema automatizado de riego y la aplicación web de monitoreo, con respuestas de si o no, y de opiniones de su uso hasta la fecha, estas van dirigidas a la dueña de la finca El Descargadero, quien según su experiencia de uso y aceptación al sistema realizado.

Resultados sobre la eficiencia del sistema de riego automático en relación con el tradicional.

Para darle salida al objetivo “Valorar el consumo de agua utilizado por el riego automatizado para comparar si es eficiente con respecto al riego tradicional”, se llevó a cabo un proceso para calcular la cantidad de litros que consume el sistema automático en un minuto, y así hacer una comparación con el tiempo total que se regó.

Herramientas utilizadas

1. Probeta de 250 mililitros.
2. Un bidón.
3. Una botella de 2 litros y medio.
4. Un lápiz.
5. Un cronómetro.

Regla de tres

$$x = \frac{(\text{litros})(\text{tiempo de riego en minuto})}{\text{tiempo de llenado en minutos}}$$

- ✓ Los litros es el equivalente a la capacidad que tiene el bidón para almacenar el agua.
- ✓ El tiempo de riego en minuto hace referencia a los 60 segundos que esta encendido el sistema automático para calcular los litros que este consume en dicho tiempo.
- ✓ Con respecto al tiempo de llenado se refiere al tiempo que se tardó el sistema en llenar el bidón el cual es el equivalente a los 18 litros.
- ✓ Por último, x equivale al resultado.

Proceso y resolución

A continuación, se describen el proceso que se llevó acabo para calcular el consumo de agua del riego automatizado, utilizando las herramientas anteriormente mencionadas en base al orden en los siguientes pasos.

Paso 1: para el primer paso se utilizó la Probeta de 250 mililitros para obtener una medida exacta al medio litro, posterior se llenó con agua la probeta 10 veces para rellenar una botella desechable con una capacidad de casi los 3 litros y así marcar la medida de los 2 litros y medio con un lápiz la botella.

Paso 2: con la botella ya marcada, se vertieron 7 veces con agua con dicha medida en un bidón con capacidad de 18,9 litros, teniendo como resultado 17 litros y medio, nuevamente se utilizó la probeta para completar los 18 litros en el bidón y se procedió a marcarlos con el lápiz.

Paso 3: una vez calculado y marcados los litros se procedió a contar el tiempo que tarda en llenarse el bidón con agua hasta los 18 litros con la ayuda de un cronómetro, obteniendo un resultado de 59,28 segundos

Una vez obtenido el dato se aplicó la regla de tres anteriormente mencionada la cual se apreciaría de la siguiente manera $(18 \cdot 60 / 59,28)$, con el cálculo realizado se obtuvo un resultado de 18,2 litros que hacen referencia a la cantidad que consume el sistema en un minuto con respecto al caudal.

Para calcular los litros que el sistema automático consumió en el día, se basó en el reporte que se genera en la aplicación web el cual muestra la hora y el tiempo que estuvo encendido y con los datos se multiplicó los 18,2 litros que consume el caudal en un minuto por el tiempo que estuvo en funcionamiento en base al reporte.

Por otro lado, con la respuesta obtenida en la entrevista dirigida: “se riega una hora cada tres días una en la mañana y otra en la tarde” a la propietaria de la parcela, se conoce que el riego tradicional se realiza una hora por cada surco cada tres días, media por la mañana y otra por la noche teniendo como indicador los 60 minutos por surco los cuales son multiplicados por los 18,2 litros que consume el sistema en un minuto.

Es importante mencionar que a cada sistema se le asignaron dos surcos, por lo tanto, el resultado que se obtenga es el equivalente a un surco y por ello se hace la sumatoria de ambos, para tener el total de los litros que consumieron ambos sistemas.

A continuación de muestra una tabla comparativa para evaluar la eficiencia del recurso del agua en ambos sistemas, la cual está valorada en 14 días en el que el sistema estuvo en funcionamiento en la parcela.

Tabla 11:

Comparación del recurso agua del riego automatizado y el tradicional.

Días	Sistema tradicional		Consumo total del riego tradicional l	Sistema automático		Consumo total del riego automático l
	Surco 1 l	Surco 2 l		Surco 3 l	Surco 4 l	
Nº1	1092	1092	2084	167	167	334
Nº2	0	0	0	182	182	364
Nº3	0	0	0	181	181	362
Nº4	1092	1092	2084	205	205	410
Nº5	0	0	0	184	184	368
Nº6	0	0	0	180	180	360
Nº7	1092	1092	2084	182	182	364
Nº8	0	0	0	190	190	380
Nº9	0	0	0	190	190	380
Nº10	1092	1092	2084	204	204	408
Nº11	0	0	0	195	195	390
Nº12	0	0	0	204	204	408
Nº13	1092	1092	2084	186	186	372
Nº14	0	0	0	194	194	388
Total		8336			5288	

La presente tabla comparativa muestra los litros consumidos en cada sistema por día, por lo cual se puede determinar que el sistema automatizado es más eficiente de acuerdo al consumo del recurso.

Con este estudio se logró dar respuesta a la pregunta: “¿Cuál es el impacto que tendrá el sistema automatizado de monitoreo de riego remoto en la Finca El Descargadero Estelí, donde se comprobó que el sistema de riego automatizado es viable en la parcela y que se pueden obtener buenos resultados si implementa en un terreno de siembra más amplio?”

Con los datos obtenidos en el tiempo de prueba del sistema automatizado de riego se obtuvieron los siguientes resultados de manera gráfica:

Figura 1: Consumo del recurso agua en el riego tradicional.

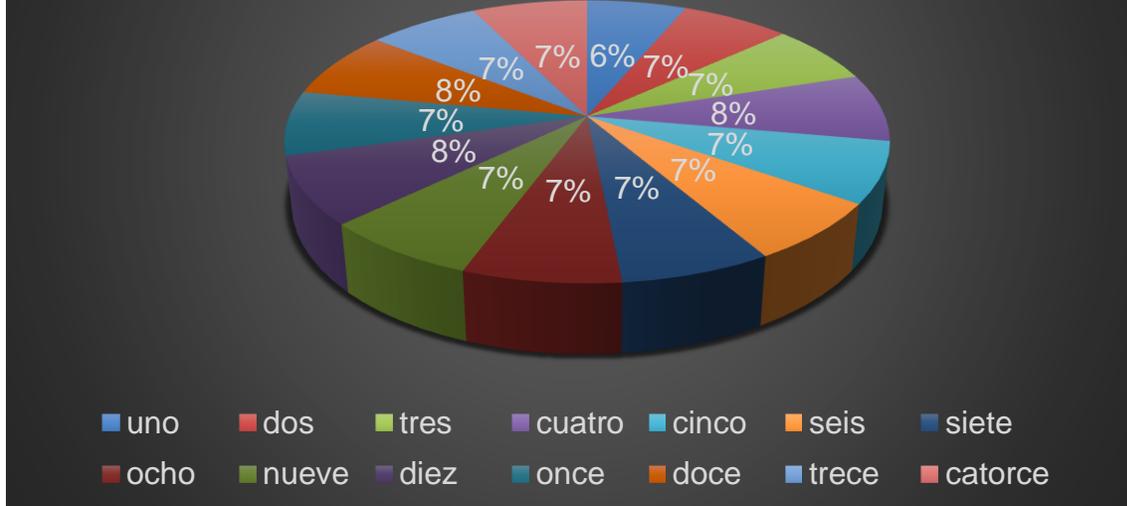


Fuente: elaboración propia.

En la figura 1 se muestran los porcentajes de los cinco días que estuvo en función el riego tradicional de acuerdo a las dos semanas de estudio. Cada día corresponde a los 2084 litros de consumo y como total se obtiene 8336 litros.

Figura 2: Consumo del recurso agua en el riego automatizado.

Consumo del recurso agua en el riego automatizado



Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se puede visualizar el porcentaje de las dos semanas de estudio en los que se evaluó el consumo del recurso agua en el sistema automatizado alcanzando un total de 5288 litros, lo que determina su eficiencia con el riego tradicional, esto equivale a un 36% eficiencia.

VI. Conclusiones

Luego de haber implementado con éxito el sistema automatizado de monitoreo de riego se llegaron a las siguientes conclusiones:

Se levantaron los requerimientos necesarios para la implementación de manera satisfactoria del sistema automatizado de monitoreo de riego en la finca El Descargadero, utilizando métodos de recolección de datos tales como entrevista y guía de observación.

Durante la aplicación de la guía de observación, se logró analizar que en la finca ya existen algunos componentes esenciales para la implementación del sistema automatizado, por ende, en el caso de esta parcela, solo se realizó inversión en equipos electrónicos y eléctricos, este equivale a un precio aproximado de \$98,04 dólares norteamericanos.

Se utilizó la metodología SCRUM para el desarrollo de manera exitosa de ambos sistemas en la finca El Descargadero. Dado que la misma presenta viabilidad de aplicación por la agilidad con la que permite el trabajo, se pudo entregar el producto en tiempo y forma y a su vez trabajar de la mano con el usuario final.

También se realizó el montaje de los componentes electrónicos y a su vez se comprobó que la tecnología de microprocesadores Arduino Uno es adecuada para resolver problemas complejos siempre y cuando se hagan de la manera correcta y verificando por etapas el buen funcionamiento.

Se logró valorar el consumo del recurso agua en ambos sistemas en el periodo de crecimiento del cultivo de frijol durante 14 días, en un área de terreno de un $\frac{1}{4}$ de manzana y se obtuvo como resultado que el sistema automatizado es más eficiente en un 36% ya que utilizó 5288 L aproximadamente y el sistema tradicional 8336 L, para realizar el mismo riego.

Asimismo, se desarrolló una aplicación web y desde ella se puede visualizar el estado del riego en tiempo real a través de gráficas con valores de humedad actualizados cada cinco minutos y a su vez genera reportes en formato PDF, además de conocer información general del lugar desde cualquier sitio con acceso a Internet.

Después de instalado el sistema automatizado y la aplicación web de monitoreo, se realizó una entrevista a la dueña de la finca para conocer la experiencia con la utilización de esta tecnología en una parcela, la cual expresó que es algo nuevo e innovador para ella. De esta forma ella manifiesta que está satisfecha en tener implementada esta tecnología en su finca.

En fin, el desarrollo de este sistema, aplicando tecnologías de microcontroladores es el primer paso para aplicar estas innovaciones que ayudan a tecnificar los procesos agrícolas y así dar soluciones a problemáticas reales.

VII. Recomendaciones

Después de un proceso de revisiones, pruebas y otras actualizaciones en el proceso investigativo con el sistema automático de monitoreo de riego se recomienda lo siguiente:

- ✓ A la propietaria de la finca. Dado que los equipos usados en el sistema son frágiles por no tener carcasas, fácilmente se pueden mojar o llenar de polvo, entonces proteger los módulos del sistema automatizado de riego, con el cuidado de revisar que no entre en contacto con agentes extraños y contaminantes.
- ✓ Se recomienda a la UNAN-Managua FAREM-Estelí, seguir apoyando el surgimiento de nuevas innovaciones utilizando la tecnología de microprocesadores y a su vez dar capacitaciones sobre Arduino Uno a la comunidad educativa, de esta forma dar soluciones a problemáticas reales.
- ✓ También se recomienda UNAN Managua FAREM Estelí, promocionar las innovaciones relacionadas con sistemas de riego automático a los pequeños y medianos productores, para que se suman a utilizar esta nueva herramienta tecnológica que ayuda a tecnificar los procesos agrícolas, mejorar la producción y a utilizar de manera eficiente el recurso del agua.
- ✓ A la misma universidad, se recomienda la promoción de realizaciones de investigaciones de carácter multidisciplinar, debido a que en trabajos investigativos como el presentado incluye los saberes de diferentes ciencias.
- ✓ A los estudiantes de la UNAN-Managua FAREM-Estelí, se recomienda realizar proyectos haciendo uso de la tecnología de microprocesadores Arduino Uno, ya que se pueden desarrollar diferentes soluciones innovadoras para problemas de ámbito real en diferentes áreas de la sociedad.

VIII. Bibliografía

- Acosta Cons, A. L., Cervantes, V. C., & Martínez Martínez, J. (2013). *MySQL Administración de Base de Datos*. Slideshare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Wario1025/my-sql-26811089>
- Acromática. (2020). Obtenido de <https://www.agromatica.es/cultivo-de-la-cebolla/>
- Agro.es. (2018). Obtenido de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/maiz/264-maiz-clima-y-suelo-para-su-cultivo>
- Antonio. (2020). *Mundo huerto.com*.
- APR. (2020). *Aprenderaprogramar*. Obtenido de https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=542:que-es-un-servidor-y-cuales-son-los-principales-tipos-de-servidores-proxydns-webftppop3-y-smtp-dhcp&catid=57&Itemid=179
- AXARNET. (31 de Octubre de 2017). *AXARNET*. Obtenido de <https://axarnet.es/blog/bootstrap>
- Bird, R. (2016). Obtenido de https://ww3.rainbird.com/documents/ag/ts_A5PC_sp.pdf
- Canto, C. (2016). *Galia.fc*. Obtenido de http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/3_AUTOMATIZACION_GENERAL.PDF
- Ceja, J., Renteria, R., Ruelas, R., & Ochoa, G. (2017). Módulo ESP8266 y sus aplicaciones en el internet de las cosas. *Revista de Ingeniería Eléctrica*, 13. Obtenido de https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Electrica/vol1num2/ECORFAN_Revista_de_Ingenier%C3%ADa_EI%C3%A9ctrica_VI_N2_3.pdf
- Céspedes Machicaco, M. (2017). *Características de las placas Arduino*. Tarija, Bolivia: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Obtenido de <http://www.uajms.edu.bo/revistas/wp-content/uploads/2017/12/Art1-bit@bitdic2017.pdf>

- Chávez Valdes, M., Rivera Herrejon, G., Romero Contreras, T., & Vizcarra Bordi, I. (junio de 2013). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572013000100011
- CLARANET. (09 de Agosto de 2012). Obtenido de <https://www.claranet.es/about/news/que-tipos-de-servidores-hay.html>
- Córdoba Borja, E. D., & Acuña García, S. A. (2013). *Diseño y construcción del cableado estructurado para el laboratorio de microprocesadores y redes de información de la ESFOT*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6945/1/CD-5196.pdf>
- Cortez, M. R. (2002). *CENTA*. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>
- Dávila Delgado, H., & Vargas Jaramillo, J. (2018). *Sistema de fácil análisis y almacenamiento de medidas con Arduino a través de protocolo de comunicación Xbee*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA .
- Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2012). *Una introducción básica a la teoría y práctica de Scrum*. Proyectalis.
- Díaz de León, N. (s.f.). *Población y Muestra*. Mexico D.F: Universidad Autónoma del Estado de México.
- DOSD. (6 de Marzo de 2014). *DOSD*. Obtenido de <https://www.dosd.com.ar/que-es-un-hosting-o-servidor-web-para-que-sirve/>
- Ebel, F., & Nestel, S. (1993). *Sensores para la técnica de procesos y manipulación*. Esslingen: Festo Didactic KG. Obtenido de https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf
- EcoAgricultor. (2012). *Eco Agricultor tienda ecológica*. Obtenido de <https://www.ecoagricultor.com/hortalizas-y-plantas-hortícolas/>

- Enríquez Toledo, A., Maldonado Ayala, J., Nakamura Ortega, Y., & Nogueron Toledo, G. (2012). *MySQL*. Morelos: gridmorelos. Obtenido de <http://www.gridmorelos.uaem.mx/~mcruz/cursos/miic/MySQL.pdf>
- EUATM. (2020). Obtenido de Madrid.org: http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/GuiaEmprendedor/tema7/F49_7.9_WEB.pdf
- FAO. (2015). *Pequeñas gotas gran cosecha* .
- FAO. (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/NIC-WU_fra.stm
- García, J. V. (11 de Diciembre de 2015). *arcys*. Obtenido de <https://www.arsys.es/blog/programacion/que-es-laravel/>
- Garrido Pedraza, J. (2017). *Fundamento de Arduino*. Javier Garrido. Obtenido de https://www.academia.edu/23045475/Fundamentos_de_Arduino
- Goites, E. D. (2008). *Manual de cultivos para la huerta organica familiar*. INCLUIR.
- Gonzáles, A., & Pelissier, C. (2002). *Programación con PHP*. Santa María: Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s02/projects/pelissier/informe.pdf>
- Gutierrez, J. M., Rikolto, C. A., & de Leon, D. (2015). Proyecto Gestión del Conocimiento para la Producción Sostenible de hortalizas en Nicaragua, Honduras y Guatemala. Obtenido de https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_chiltoma.pdf
- Gutierrez, K. (2020). *Un microcontrolador*. Ciudad de Mexico: UNAM. Obtenido de https://www.academia.edu/36710301/Un_microcontrolador
- Harb Hocker, R. A. (2014). *MySQL My struct query language*. Santa María: Universidad Técnica Federico Santa María. doi:9821086-5

- Henríquez, G. R., Prophete, E., & Orellana, C. (2019). *Ciat-Library*. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_327_U5_Vol.5.pdf
- Heredia, O. S. (s.f.). *Criterios de Interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción*. Obtenido de https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/agua_riego_criterios_interpretacion.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: Mc Graw Hill Education.
- HeTPro. (2021). *Hetpro Store*. Obtenido de https://hetpro-store.com/lcd-16x2-blog/?cookies_accepted=Y
- IAGUA. (2010). *IAGUA*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-consiste-riego-goteo>
- IICA. (3 de 2007). *replICA*. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B3445e/b3445e.pdf>
- Impulsión de Aguas Residuales. (s.f.). En *Bombas para la Impulsión de Aguas Residuales*. Obtenido de <http://www.fnmt.es/documents/10179/10666378/Clasificaci%C3%B3n+y+tipos+de+bombas.pdf/9eb9b616-ea47-0841-566b-3b49a93e83bf>
- INATEC. (2018). *Cultivos de hortalizas*.
- INCAP. (2020). *INCAP*. Obtenido de <http://www.incap.int/sisvan/index.php/es/acerca-de-san/conceptos/797-sin-categoria/501-sistema-de-informacion>
- INFOAGRO. (24 de Febrero de 2010). *Infoagro*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
- INFOAGRO. (2019). *Infoagro.com*. Obtenido de https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm
- INTAGRI. (2016). *INTAGRI*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>

- Intagri. (2017). Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa#:~:text=La%20papa%20es%20considerada%20una,22%20%C2%BAC%20en%20el%20d%C3%ADa.>
- Jaimes, L., Rojas, M., & Valencia, M. (2018). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista Espacios*, 11.
- Landín, P. (s.f.). *Unidad Temática 2: Electronico*. Pontevedra: Cpr Colexio Sagrado Corazón De Xesús. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/system/files/Electr%C3%B3nica_anal%C3%B3gica.pdf
- Liotta, M., & Paz, M. L. (2015). *Riego por Goteo*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf
- Llama, L. (2019). *¿Qué es un higrómetro fc-28?* Obtenido de <http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/MedidorHumedadSuelo.pdf>
- López, P. L. (2004). *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO*. Cochabamba: Punto Cero.
- Lourdes, M. (2016). *Guía Agropecuaria*. Obtenido de <http://guiagronicaragua.com/wp-content/uploads/2016/10/Situaci%C3%B3n-del-Riego-en-Nicargua-MLE-Edi2016.pdf>
- Luján Mora, S. (s.f.). *C++ paso a paso*. Obtenido de <https://sergiolujanmora.es/materiales/cpp-muestra.pdf>
- MAG. (Febrero de 2010). *MAG*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&ved=2ahUKEwi9ipvn4vXoAhUmTt8KHdQTCHU4ChAWMAB6BAGCEAE&url=http%3A%2F%2Fwww.mag.go.cr%2Fbiblioteca_virtual_ciencia%2Fhuerta_tema-l.pdf&usg=AOvVaw1p-mJyJKP4cThJYaTCMPy_

- MAG. (2019). *Ministerio Agropecuario*. Obtenido de <https://www.mag.gob.ni/index.php/mapa-nacional-de-riego>
- MAHER. (18 de Noviembre de 2019). *MAHER*. Obtenido de <https://maherelectronica.com/sistema-riego-automatico/>
- Manga, L. (2019). Obtenido de <https://plantatuhuerto.com/clima-y-suelo-ideal-para-el-cultivo-de-maiz/#:~:text=Clima%20%2F%20Temperatura,-EI%20ma%C3%ADz%20es&text=La%20planta%20ma%C3%ADz%20llega%20a,temperaturas%20de%2020%20a%2032%C2%BA>.
- Márquez Díaz, J., Sampredo, L., & Vargas, F. (2002). *Instalación y configuración de Apache, un servidor Web gratis*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Martines, E. (2007). DEFINICIONES DE HUMEDAD Y SU EQUIVALENCIA. *ENME*, 5.
- Martínez Echevarría, Á. (1995). Manual práctico de HTML. *Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación-Universidad Politécnica de Madrid, España*, 13.
- Mattarollo, Y. (28 de Marzo de 2018). *Altecdust*. Obtenido de <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
- Menzinsky, A., López, G., & Palacio, J. (2018). *Historias de Usuario*. Scrum Manager®.
- Moreno, V. (22 de 7 de 2016). Obtenido de <https://blogs.itpro.es/eduardocloud/2016/08/22/visual-studio-code-que-es-y-que-no-es/>
- Ortigoza Gerreño, J., López Talavera, C. A., & Gonzales Villalba, J. D. (2019). *JICA*. Obtenido de https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf
- Peralta, A. (2003). *Metodología SCRUM*.
- PROGRAMO ERMO SUN. (2020).

- Proserquisa. (2010). *Tutorial 14: Uso del rele*. San Salvador: Proserquisa.
- Quesada Allue, X., Cyment, A., & Alaimo, M. (2012). *Scrum una descripción*. ScrumAlliance .
- Quintas Ripoll, L. (2007/2008). *Sistemas de Gestión de Base de Datos*. Escuela de negocios.
- Ríos Ramírez, R. R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción* . España: Servicios académicos intercontinentales S.L.
- Robinson, J. (13 de Mayo de 2011). *Hortalizas*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/cultivos/tomates/temperatura-productividad-en-el-cultivo-de-tomate/>
- Salas, A. (s.f.). *Unidad 2: conductores electricos y sus protecciones*.
- salcedo, J. M. (2015). Guías para la regeneración de germoplasma. Obtenido de https://cgkb.cgiar.croptrust.org/images/file/other_crops/Beans_SP.pdf
- Salvador. (2018). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona .
- Sánchez, W. J. (2019). Ciencia de las plantas. *La calera*, 16-23.
- Schwaber , K., & Sutherland, J. (2013). *La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*. Scrum.Org .
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). *La Guía de Scrum*.
- Sergio. (Abril de 2020). *Sergio escriba*. Obtenido de <https://sergioescriba.com/tipos-clasificacion-paginas-web/>
- TUELECTRONICA. (2020). Obtenido de <https://tuelectronica.es/que-es-arduino-ide/>
- UNIWEBSIDAD. (2018). *Uniewebsidad*.
- Vallejo, B., & Vallejo, S. (10 de Abril de 2006). *scielo.org*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v35n1/v35n1a03.pdf>

IX. Anexos

Anexo 1: Guía de observación



Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí

FAREM-Estelí

Guía de observación

Objetivos:

- ✓ Conocer el funcionamiento del sistema de riego actual de la finca El Descargadero Estelí.
- ✓ Valorar en consumo de agua para el riego tradicional y automático y comparar el rendimiento de cada uno.

Nombre de los observadores: _____

Nombre de la finca: _____

Departamento: _____

I. Condiciones de los componentes de riego

Tabla 12:

Condiciones de los componentes de riego.

Puntos a evaluar	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Estado de las mangueras de goteo					
Estado de los tubos PVC					
Estado de las llaves de pase					
Estado de la bomba hidráulica de agua					
Nivel actual de la fuente de agua					

I. Condiciones de cultivo

Tabla 13:

Condiciones de cultivo.

Puntos a evaluar	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Estado del desarrollo del cultivo actual sembrado.					
Estado actual de las plantas.					

Nivel de
humedad del
suelo.
Estado de la
tierra de la
parcela.
Tiempo de
estación del
año actual.

I. Condiciones de instalaciones eléctricas

Tabla 14:

Condiciones de instalaciones eléctricas.

Puntos a evaluar	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Ubicación de toma corriente					
Ubicación de bomba de riego					
Distancia de toma corriente al sistema de riego					

I. Cantidades

Tabla 15:

Cantidades de cultivos.

Descripción	Cantidad	Estado
Surcos		
Cultivo actual: frijoles n° de plantas		
Plantas marchitas		
Plantas en buen estado		
Cantidad de mangueras		
Tubo PVC 1 pulgada		
Llaves de pase		

Anexo 2: Guía de entrevista para levantar requerimientos



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Entrevista dirigida a la propietaria de la finca El Descargadero, Estelí

Como parte del proceso de elaboración de Tesis para optar al título de Ingeniero en Ciencias de la computación, es necesario tener información de fuente primaria, en este sentido, la propietaria de la Finca El Descargadero, es la persona que puede dar aportes a la investigación relacionada con la “Implementación de un sistema automatizado de monitoreo de riego empleando tecnología de microprocesadores con relación respecto al manejo tradicional del recurso de agua, en la finca El Descargadero Estelí, durante en el segundo semestre 2020.”

Objetivo:

Recolectar información que permitan la comprensión de los requerimientos para la implementación del sistema automatizado de riego y una aplicación web de monitoreo de riego, en la finca El Descargadero.

Datos personales:

Nombres y apellidos: _____

Cargo: _____ **Fecha:** _____

Lugar: _____

Hora de inicio: _____ **Hora de finalización:** _____

Desarrollo de la entrevista

I. Información general sobre la finca

1. ¿Cuánto mide el terreno de siembra?
2. ¿Qué tipo de hortaliza se cultiva en la finca?
3. ¿Cuántos surcos se siembran normalmente?
4. ¿De dónde se obtiene el agua utilizada para el riego?
5. ¿Con qué mecanismo es extraída el agua?
6. ¿Cuenta con el servicio de energía eléctrica?
7. ¿En su finca cuenta con el servicio de internet domiciliar?

II. Sobre el sistema de riego

8. ¿Qué tipo de sistema usa para el riego?
9. ¿Existe un registro del horario de riego diario?
10. ¿Tiene conocimiento si los propietarios de fincas aledañas usan sistema automatizado para riego?
11. ¿Qué apreciación tiene sobre los sistemas automáticos de riego?
12. ¿Está dispuesta a implementar un sistema automático para el riego de su parcela?
13. Ha realizado medidas de caudal de la bomba hidráulica usada para el riego tradicional. Si la respuesta es no ¿Estaría dispuesta a permitir que los investigadores realicen este tipo de mediciones? Esto es para la guía Antes.

II. Aplicación web

1. ¿Está familiarizada con el uso de aplicaciones usando dispositivos móviles?
2. ¿Le gustaría tener acceso a la información del riego de su parcela a través de su celular?
3. ¿Considera un riesgo tener información de riego de su parcela en el Internet?
4. ¿Qué información estaría dispuesta a facilitar para ser usada en una aplicación web?
5. ¿Cómo le gustaría que se mostrara la información?

Anexo 3: Guía de entrevista para conocer experiencia de uso con el sistema automatizado de monitoreo de riego



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Entrevista dirigida a la propietaria de la finca El Descargadero, Estelí

Como parte del proceso de elaboración de Monografía para optar al título de Ingeniero en Ciencias de la computación, es necesario tener información de fuente primaria, una vez implementado el sistema de riego, en este sentido, la propietaria de la Finca El Descargadero, es la persona que puede dar aportes a la investigación relacionada con la “Implementación de un sistema automatizado de monitoreo de riego empleando tecnología de microprocesadores con relación respecto al manejo tradicional del recurso de agua, en la finca El Descargadero Estelí, durante en el segundo semestre 2020.”

Objetivo:

Recolectar información relacionada con el nivel de satisfacción de los requerimientos implementados en el sistema automatizado y la aplicación web de monitoreo de riego, en la finca El Descargadero.

Datos personales:

Nombres y apellidos: _____

Cargo: _____ **Fecha:** _____

Lugar: _____

Hora de inicio: _____ **Hora de finalización:** _____

Desarrollo de la entrevista

III. Sistema de riego tradicional

1. En años anteriores ¿Qué sistema había utilizado para el riego de su parcela?
2. ¿En todas las épocas del año tuvo acceso al agua del pozo?
3. De forma tradicional ¿Cuánto tiempo deja regando los cultivos?
4. ¿Qué opinión le merece los resultados de las mediciones del consumo de agua con sistema tradicional?

IV. Sobre el sistema automatizado de riego

5. ¿Qué opina la implementación de la tecnología para la automatización del sistema de riego de su parcela?
6. ¿Es confiable el sistema?
7. ¿Ha sido fácil el manejo del sistema?
8. ¿Ha notado ahorro en la cantidad de agua usada con el sistema de riego automatizado?
9. ¿Qué le parece el consumo de agua tanto del sistema automático en comparación con el sistema tradicional de riego por goteo?
10. ¿Es posible que recomiende la instalación de un sistema automático para el riego de parcelas?

V. Aplicación web

6. ¿Qué le ha parecido el monitoreo del sistema de riego automático a través de una aplicación en su celular?
7. ¿Ha notado alguna advertencia o notificación del sistema en donde le indica que está activado o desactivado el riego?
8. ¿Cuándo usted quiere ver reportes del estado de riego de su parcela, accede a la información de manera fácil?
9. ¿Le parece segura la información de su parcela que se sube a la aplicación?

Anexo 4: Obtención de información

Guía de entrevista para levantar requerimientos

Tabla 16:

Guía de entrevista para levantar requerimientos.

Items	Pregunta	Respuesta	Análisis
Información general sobre la finca	¿cuánto mide el terreno de siembra?	¼ de manzana	Según la dueña de la finca, la extensión de la parcela donde se instalará el sistema automatizado es de un ¼ de manzana
	¿qué tipos de hortalizas se cultivan en la finca?	Frijoles, maíz, tomate y cebolla	Según la propietaria de la finca, normalmente se cultivan las hortalizas tales como: frijoles, maíz y cebolla, estas servirán para realizar el menú que estará en la pantalla del sistema automatizado, también se investigará su humedad relativa para hacer ser programadas.
	¿cuántos surcos se siembran normalmente?	De 8 a 9 surcos	La propietaria expresa que se siembran de 8 a 9 surcos con lo cual ya se tiene en cuenta la cantidad de sensores que se necesitaran para el desarrollo del sistema automatizado
	¿de dónde se obtiene el agua utilizada para el riego?	Sí un pozo artesanal	Al conocer de dónde se obtiene el agua en el sistema actual, se conoce si también es viable para el sistema automático
	¿con qué mecanismo es extraída el agua?	Por una bomba eléctrica	La propietaria refiere que para la extracción del agua se utiliza una bomba hidráulica la cual también

		¿cuenta con el servicio de energía eléctrica?	Si	puede ser usada para el sistema automatizado Al obtener una respuesta positiva por parte de la propietaria, ya que este es fundamental para la implementación del sistema automatizado
		¿en su finca cuenta con el servicio de internet domiciliario?	Si	La propietaria confirma que si cuenta con un servicio de internet el cual servirá para enviar los datos a la nube por medio del módulo wifi esp8266 a la aplicación web y así se muestren en tiempo real
Sobre el sistema de riego		¿qué tipo de sistema usa para el riego?	Un sistema de riego por goteo	Según la propietaria el tipo de sistema riego que se utiliza en su finca es por goteo el cual servirá como base en el sistema automatizado
		¿existe un registro del horario de riego diario?	Si	Teniendo cuenta si existe un horario para el riego actual se pueden tomar en cuenta estos datos en la aplicación web.
		¿qué inconveniente se han presentado con el sistema de riego que implementa?	Con el sistema actual se desperdicia mucha agua y es donde se mueren muchas plantas	Al conocer los inconvenientes que presenta el sistema actual se entiende que soluciones propone el sistema automático

	¿tiene conocimiento si los propietarios de fincas aledañas usan sistema automatizado para riego?	No	La propietaria desconoce si las parcelas aledañas cuentan con sistemas automáticos, lo que nos sirve para conocer si está familiarizada o conoce la lógica de proceso
	¿qué apreciación tiene sobre los sistemas automáticos de riego?	Que es algo nuevo y sería bueno implementarlo en mi parcela	Con la respuesta de la propietaria se conoce el interés que tiene acerca de los sistemas automáticos de riego
	¿está dispuesta a implementar un sistema automático para el riego de su parcela?	Si	La propietaria está de acuerdo con la implantación de un sistema de riego automático en su parcela por lo tanto se obtiene su autorización para el desarrollo de sistema
Aplicación web	¿está familiarizada con el uso de aplicaciones usando dispositivos móviles?	Si	La respuesta de la dueña de la finca fue positiva al uso de aplicaciones usando los dispositivos móviles
	¿le gustaría tener acceso a la información del riego de su parcela a través de su celular?	Si	La propietaria expresa que si desea que se muestre la información del riego de su parcela a través de dispositivos móviles.
	¿considera un riesgo tener información de riego de su parcela en el internet?	Si	La propietaria considera que es un riesgo mostrar toda la información de su parcela en internet como el estado del riego y los valores de humedad

¿cómo le gustaría que se mostrara la información en la aplicación web?	Me gustaría que se mostrara información de mi finca, la información de contacto y la ubicación Que se mostrara en imágenes, gráficos y se genere un reporte	De acuerdo con la propietaria le gustaría visualizar la información de gsu parcela por medio de imágenes, gráficos y que se genere un reporte sobre los datos obtenidos por el sistema automatizado de riego
--	--	--

Anexo 5: Guía de entrevista para conocer la experiencia de uso al utilizar el sistema automático

Tabla 17:

Guía de entrevista para conocer la experiencia de uso al utilizar el sistema automático.

Ítems	Pregunta	Respuesta	Análisis
Sistema de riego tradicional	En años anteriores ¿Qué sistema había utilizado para el riego de su parcela?	Anteriormente solo se sembraba en Tiempo de lluvia y hasta después se empezó a Utilizar el riego por goteo	Según la propietaria de la parcela expresa que el riego ha venido evolucionando mediante los años y que hasta el momento se utiliza el riego por goteo
	¿En todas las épocas del año tuvo acceso al agua del pozo?	No solo en tiempo de invierno	El acceso al recurso agua se encuentra limitado por lo que la temporada que se aprovecha es en invierno

	De forma tradicional ¿cuánto tiempo deja regando los cultivos?	Se riega una hora cada tres días una en la mañana y otra en la tarde	Con el tiempo de riego tradicional que afirma la propietaria, se puede hacer una comparación con el riego automatizado
	Ha realizado medidas de caudal de la bomba hidráulica usada para el riego tradicional. Si la respuesta es no ¿Estaría dispuesta a permitir que los investigadores realicen este tipo de mediciones?	No, si estaría dispuesta	La dueña de la parcela expresa que nunca medidas de caudal en la bomba hidráulica para algún tipo de estudio y que está de acuerdo con que el grupo de trabajo realice estos ajustes para determinar los resultados de la investigación
	¿Qué opinión le merece los resultados de las mediciones del consumo de agua con sistema tradicional?	Que este sistema consume una buena cantidad de agua	Con respuesta de la dueña se conoce que el riego tradicional consume una buena cantidad de agua y por lo tanto el riego automatizado puede darle solución a esta problemática
Sobre el sistema automatizado de riego	¿Qué opina la implementación de la tecnología para la automatización del sistema de riego de su parcela?	Que con este sistema automatizado se ahorra más agua y que está comprobado que funciona	Con la opinión de la propietaria nos damos cuenta la visión que tiene acerca de la automatización la cual resulto ser positiva
	¿Es confiable el sistema?	Al principio hubo problema con los	Según la respuesta que expresa la dueña de la parcela, la experiencia que

	datos porque no aparecían En el sistema y hasta después empezaron a trabajar en eso.	tuvo al principio en el que se momento el sistema fue que los datos no se estaban enviando a la nube y por lo tanto no se mostraban en la aplicación web y que a medida que se desarrollaba el proyecto se trabajó esa parte.
¿Ha sido fácil el manejo del sistema?	Si	Con esta respuesta positiva conocemos que el sistema ha sido intuitivo durante el tiempo que se usó.
¿Ha notado ahorro en la cantidad de agua usada con el sistema de riego automatizado?	Si	De acuerdo con la respuesta podemos confirmar que el sistema automatizado distribuye mejor el recurso agua
¿Qué le parece el consumo de agua tanto del sistema automático en comparación con el sistema tradicional de riego por goteo?	Que es mejor el automático porque hay más economía de agua Por qué no hay desperdicio	La propietaria expresa que hay más economía de agua usando el sistema automatizado ya que este busca la manera de que no haya desperdicio
¿Es posible que recomiende la instalación de un sistema automático para el riego de parcelas?	Si porque es un sistema más eficiente y les va beneficiar En el ahorro de agua	Con la respuesta positiva de la propietaria se conoce la valoración que puede expresar a otros agricultores que pueden llegar a interesarse en implementar este tipo de tecnologías es sus cultivos

Aplicación web	<p>¿Qué le ha parecido el monitoreo del sistema de riego automático a través de una aplicación en su celular?</p> <p>¿Ha notado alguna advertencia o notificación del sistema en donde le indica que está activado o desactivado el riego?</p> <p>¿Cuándo usted quiere ver reportes del estado de riego de su parcela, accede a la información de manera fácil?</p> <p>¿Le parece segura la información de su parcela que se sube a la aplicación?</p>	<p>Que es importante y es algo moderno para mi</p> <p>Si</p> <p>Si</p> <p>Sí porque los datos solo me los manda a mi teléfono</p>	<p>La propietaria menciona que es importante el monitoreo y que está actualizada al implementar esta tecnología en su parcela</p> <p>Con esta respuesta nos damos cuenta que el sistema está funcionando correctamente con el envío de los datos en la aplicación web</p> <p>La dueña de la parcela expresa que si es posible visualizar la información de su parcela de manera fácil en la aplicación web</p> <p>Según la respuesta de la propietaria, expresa que le parece segura la información que se muestra en la aplicación web ya que ella es la que cuenta con el rol principal de administrador</p>
----------------	--	---	--

Anexo 6: Rúbrica de observación

Tabla 18:

Rubrica de observación.

Puntos evaluados	Pregunta	Repuesta	Análisis
Condiciones de los componentes de riego	Estado de las mangueras de goteo	Regular	El estado de las mangueras cumple de su función de manera regular.
	Estado de los tubos PVC	Bueno	Los tubos PVC de la finca están en un buen estado.
	Estado de las llaves de pase	Regular	Las llaves de pase del riego por goteo se encuentran en un estado físico regular
	Estado de la bomba hidráulica	Muy bueno	La bomba hidráulica se encuentra en muy buenas condiciones para ser utilizada en el sistema automático
	Nivel actual de la fuente de agua	Regular	El nivel de la fuente de agua de la finca esta regular, ya que alrededor de la finca existen pozos artesianos que debilitan la misma.
Condiciones de cultivo	Estado del desarrollo del cultivo actual sembrado	Bueno	El desarrollo del cultivo actual sembrado es bueno.
	Estado actual de las plantas	Bueno	En el cultivo sembrado en ese momento en la finca mostraba un buen estado de sus plantas.
	Nivel de humedad de suelo	Regular	—
	Estado de la tierra de la parcela	Regular	La tierra cambia de textura en cada surco.

	Tiempo de la estación del año actual	Malo	La estación del año en que fue implementado el sistema es invierno.
Condiciones de instalaciones eléctricas	Ubicación de toma corrientes	Muy bueno	La ubicación de la toma corriente es muy bueno para hacer uso en el sistema automático de riego.
	Ubicación de bomba de riego	Malo	La distancia entre el sistema automático y la bomba hidráulica, es muy extenso, la cual dificulta su uso.
	Distancia de toma corriente al sistema de riego	Muy bueno	Él toma corriente tiene una muy buena distancia en referencia al sistema automático.
Cantidades	Surcos	11	La cantidad de surcos son buenos para la valoración de ambos sistemas
	Cultivo actual: Frijoles N° de plantas	4026	El cálculo sobre la cantidad de plantas de cultivo de frijol para saber su cantidad.
	Plantas marchitas	100	Cantidad de plantas marchitas en el cultivo de frijoles.
	Plantas en buen estado	3926	Estado de plantas de frijol en buen estado
	Cantidad de mangueras	25	Cantidad de mangueras de goteo existentes en la finca El Descargadero
	Tubo PVC 1 pulgada	15m	Distancia en metros de los tubos PVC utilizados en el sistema de riego.

Anexo 7: Validación del sistema automatizado de monitoreo

Test de validación del sistema automático de monitoreo de riego instalado en la finca El Descargadero.

Responsable: Imelda del Socorro Navarro B.

Fecha de realización: 11 - 07 - 2021

I. Aplicación web de monitoreo

Usabilidad	Si	No
¿La interfaz es fácil de manejar y entender?	✓	
¿El diseño y los colores son amigables y representa al que hacer de su finca?	✓	
¿El menú es entendible y proporciona acceso al apartado correspondiente?	✓	
¿La aplicación web muestra los diferentes interfaces de manera correcta desde cualquier dispositivo?	✓	

Funcionalidad	Si	No
¿La aplicación web muestra la información deseada?	✓	
¿La aplicación web permite ver el estado de riego y este se actualiza automáticamente cada 5 minutos?	✓	
¿La aplicación web muestra la gráfica con los valores de humedad en tiempo real y este se actualiza automáticamente cada 5 minutos?	✓	
¿La aplicación web puede mostrar y generar reportes?	✓	

Accesibilidad	Si	No
¿La aplicación web permite a acceder diferentes módulos en dependencia de los roles asignados?	✓	

Ilustración 29. Validación de la aplicación web de monitoreo realizada por la dueña de la finca.

II. Sistema automatizado de riego

Usabilidad	Si	No
¿Le parece correcta la ubicación de los componentes electrónicos y eléctricos?	✓	
¿La interfaz es fácil de manejar y entender?	✓	
¿Los botones de la pantalla funcionan de manera correcta?	✓	
¿El menú es entendible y proporciona acceso al apartado correspondiente?	✓	
¿En el menú del sistema automatizado se encuentran los cultivos principales?	✓	

Funcionalidad	Si	No
¿El sensor de humedad detecta de manera correcta la humedad relativa del cultivo seleccionado?	✓	
¿El sistema activa y/o desactiva la bomba hidráulica en dependencia del valor de humedad mostrado en la pantalla?	✓	
¿Los datos son enviados de manera correcta a la aplicación web por medio del módulo ESP8266?	✓	

Accesibilidad	Si	No
¿El sistema automatizado es fácil de manejar por cualquier usuario?	✓	

Imelda Navarro B.

Firma

Ilustración 30. Validación del sistema automatizado realizado por la dueña de la finca.

Anexo 8: Fotografías



Ilustración 31: Entrevista a la Propietaria.



Ilustración 32: Valoración del Pozo de la finca.



Ilustración 34: valoración del caudal.



Ilustración 33: componentes electrónicos.



Ilustración 35: Instalación de los componentes electrónicos.



Ilustración 36: Instalación de los componentes en un lugar seguro.



Ilustración 37: Propietaria de la finca validando el funcionamiento de ambos sistemas.

Anexo 9: Validación de instrumentos de recolección de datos



Ilustración 38: Primera validación de la entrevista dirigida a la propietaria.

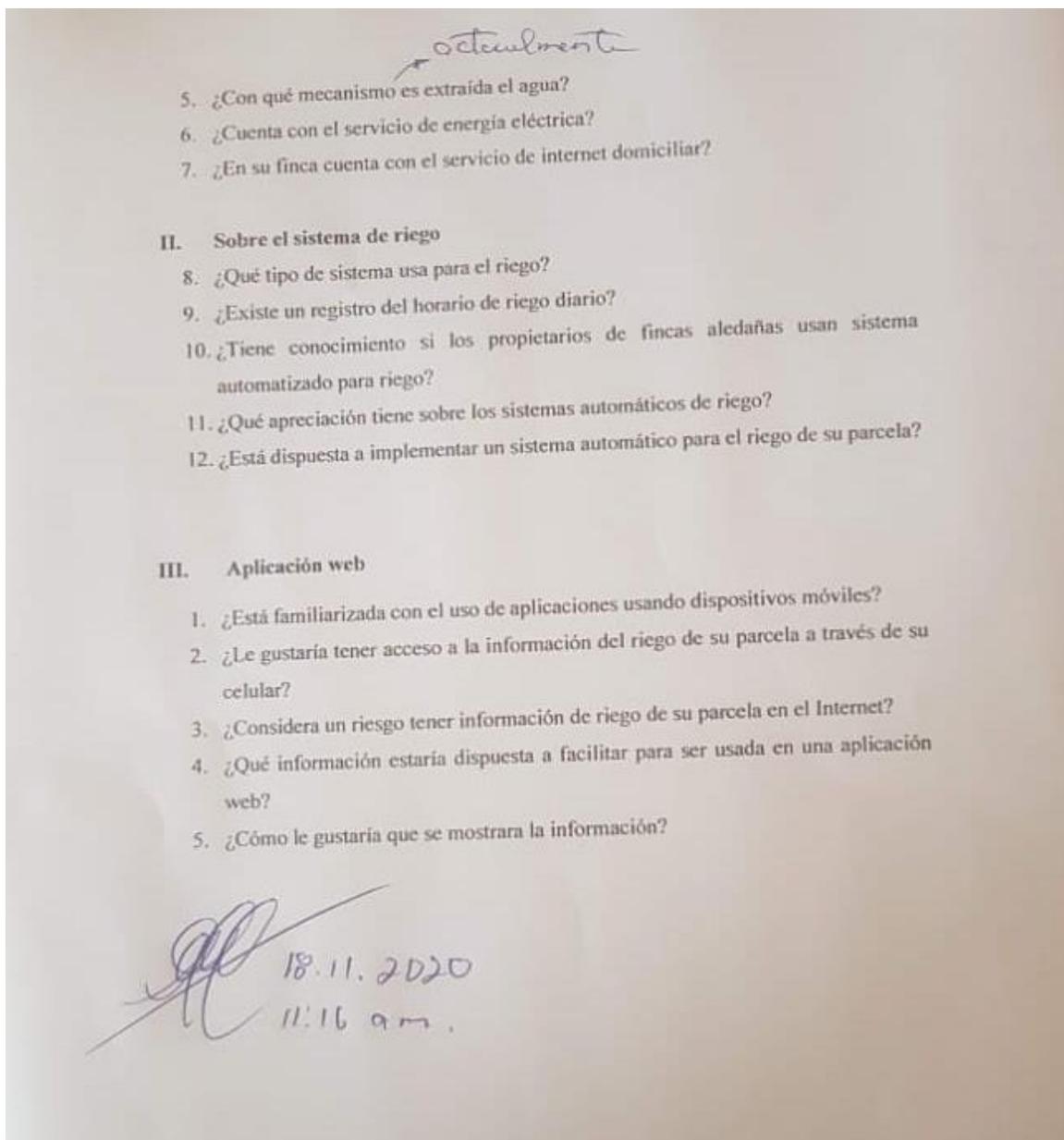


Ilustración 39: Segunda validación de la entrevista a la propietaria.

Anexo 10: Carta de aceptación del sistema automatizado de monitoreo de riego por parte de la propietaria de la finca.

Carta de aceptación del sistema automático de monitoreo de riego

Por medio de la presente yo, **Imelda del Socorro Navarro Benavidez** propietaria de la finca El Descargadero, ubicada a la salida sur de la ciudad de Estelí, específicamente en la comunidad las Calabazas, hago constar que el sistema automatizado de monitoreo de riego realizado como proyecto de monografía, por los estudiantes Donald Francisco Ponce Pérez, Kener Johaxi Ponce Cruz e Limber Josué Rodríguez Navarro, cumple con todos los requerimientos y expectativas propuestas, por ende con este documento hago constar que estoy satisfecha con el proyecto realizado y sus resultados finales.

Imelda Navarro B

Imelda del Socorro Navarro Benavidez

Propietaria de la Finca El Descargadero

Ilustración 40: Carta de aceptación del sistema firmada por la propietaria.