



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE  
RIEGO PARA JARDINES O CULTIVOS DOMÉSTICOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**AUTOR: ADRIAN MARCELO CRESPO SANTANDER**

**DIRECTOR: ING. CESAR ALVARITO CORONEL GONZALEZ**

**AZOGUES - ECUADOR**

**2020**

*Yo me gradúe en los  
50 años de La Cato!*

©Copyright Marcelo Crespo Santander  
All Rights reserved

# Dedicatoria

## **A mis padres y hermana.**

Por siempre estar apoyándome de la mejor manera, brindándome ayuda, comprensión y sobre todo el amor hacia mí, tanto en los momentos buenos así como también en los difíciles.

## **A Dios.**

Por sobre todas las cosas, al estar presente en mi mente y en mi corazón guiándome, bendiciéndome y ayudándome a seguir adelante para cumplir mis objetivos.

# Agradecimiento

Primeramente quiero empezar agradeciendo a Dios por todas las cualidades que ha puesto en mí y que han servido para culminar esta gran meta en mi vida.

A mi familia en especial a mis padres Marcelo y Patricia, por todos los sacrificios que han realizado para poder brindarme todas las facilidades permitiéndome culminar con éxito este objetivo tan anhelado en mi vida.

A todos los docentes, de la carrera de ingeniería Electrónica de manera especial a mi tutor Ing. Alvarito Coronel, quienes con su esfuerzo y dedicación lograron impartir todos sus conocimientos ayudando al desarrollo de mi tanto a nivel educativo como personal.

# Resumen

El desarrollo de este proyecto de titulación de la carrera de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Católica de Cuenca, parte de un objetivo principal que ofrece diseñar e implementar un prototipo automático destinado al riego de jardines o cultivos domésticos, este objetivo surge de las necesidades de las personas que poseen estos espacios y que no tienen tiempo ni conocimiento en cuanto al cuidado y mejoramiento de jardines. Esta problemática se soluciona con el diseño de una aplicación móvil que trabaja en el control, mediante las comparaciones del tipo de suelo y planta a través de la comunicación con los sensores y el microcontrolador Arduino, la misma que se realizó mediante tecnología inalámbrica y que se ha seleccionado a través del análisis pertinente. Esta aplicación permite mediante señales obtenidas por medición de sensores de temperatura y humedad ubicados en el terreno controlar el estado del suelo y verificar que el mismo no tenga exceso o déficit de hidratación. Finalmente, se construyó una maqueta que demuestra el funcionamiento de la aplicación móvil y la conexión hacia los diferentes dispositivos integrados, que al ser implementada permitirá minimizar y facilitar el trabajo de las personas que tienen estas áreas.

Palabras Claves: Diseñar, Implementar, Jardines, Cultivos Domésticos, Control, Microcontrolador, Sensores.

# Abstract

The development of this project research of the Electronic Engineering degree of the Catholic University of Cuenca arises from a primal objective that offers to design and implement an automatic prototype for the irrigation of gardens or home-grown crops, this aim stems from the needs of people who own these spaces, and who have neither time nor knowledge regarding the care and improvement of gardens. This problem is solved with the design of a mobile application that works in the control through comparisons of the type of soil and plant, using communication with the sensors and the Arduino microcontroller, this was conducted employing wireless technology, and which has been selected by relevant analysis. This application allows through signals obtained by measurement of temperature and humidity sensors placed on the ground, to control the state of the soil and verify that it does not have excess or deficit of hydration. Finally, a model was built and it showed the operation of the mobile application and the connection to the different integrated devices, which when it is implemented will allow minimizing as well as facilitating the people's work to whom own these areas.

Keywords: design, implement, gardens, home crops, control, microcontroller, sensors.

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del problema . . . . .	2
1.2. Línea de investigación . . . . .	3
1.3. Objeto de estudio . . . . .	3
1.4. Objetivos . . . . .	3
1.4.1. Objetivo general . . . . .	3
1.4.2. Objetivos específicos . . . . .	3
1.5. Hipótesis . . . . .	3
1.6. Metodología . . . . .	4
<b>2. Marco teórico</b>	<b>6</b>
2.1. Riego . . . . .	6
2.1.1. Tipos de riego . . . . .	6
2.2. Automatización . . . . .	7
2.3. Sistema electrónico de riego . . . . .	8
2.4. Microcontrolador . . . . .	8
2.4.1. Arduino . . . . .	9
2.4.2. Raspberry Pi . . . . .	9
2.5. Tecnologías inalámbricas . . . . .	10
2.5.1. Tecnología Wi-Fi . . . . .	10
2.5.2. Tecnología Bluetooth . . . . .	11
2.6. Actuadores, sensores y medidores de nivel de agua . . . . .	11
2.6.1. Sensor de temperatura-humedad dht22 y funciones . . . . .	12
2.6.2. Módulo WiFi ESP8266 . . . . .	12
2.6.3. Módulo Bluetooth HC-06 . . . . .	13
2.7. Software para el diseño de aplicaciones . . . . .	14
2.8. Tipos de suelos . . . . .	14
2.9. Tipos de plantas . . . . .	15
<b>3. Diseño, Construcción e Implementación</b>	<b>17</b>
3.1. Estructura del sistema de riego . . . . .	19
3.2. Análisis para el diseño de la aplicación . . . . .	19
3.3. Diseño del circuito electrónico . . . . .	20

3.4. Diseño de la aplicación . . . . .	22
3.5. Diseño de caja de protección para el circuito . . . . .	24
3.6. Circuito esquemático de conexión . . . . .	25
3.7. Conexión del circuito y acoplamiento en la caja de protección . . . . .	25
3.8. Adecuación de los componentes en el suelo . . . . .	27
<b>4. Análisis de resultados</b>	<b>30</b>
4.1. Simulación de la aplicación en Android Studio . . . . .	30
4.2. Lectura de los sensores a través de la aplicación . . . . .	32
<b>5. Conclusiones</b>	<b>34</b>
5.1. Conclusiones . . . . .	34
5.2. Trabajo futuro . . . . .	35
<b>A. Apéndice 1</b>	<b>38</b>

# Índice de cuadros

2.1. tipo de tecnologías inalámbricas . . . . .	11
2.2. Características del módulo Bluetooth . . . . .	13
3.1. Lista de materiales . . . . .	19

# Índice de figuras

1.1. Metodología para el diseño del sistema . . . . .	5
2.1. Tipos de riego . . . . .	7
2.2. Sistema electrónico de riego . . . . .	8
2.3. Microcontroladores . . . . .	9
2.4. Arduino . . . . .	9
2.5. Raspberry Pi . . . . .	10
2.6. Actuadores, sensores y medidores de nivel de agua . . . . .	12
2.7. Sensor de temperatura-humedad dht22 . . . . .	12
2.8. Modulo WiFi ESP8266 . . . . .	13
2.9. Módulo Bluetooth . . . . .	13
2.10. Tipos de suelo . . . . .	15
2.11. Tipos de plantas . . . . .	16
3.1. Diagrama de bloques del sistema automatizado de riego . . . . .	17
3.2. Conexión del módulo bluetooth con microcontrolador Arduino . . . . .	18
3.3. Android Studio . . . . .	20
3.4. Diseño electrónico del circuito del sistema de riego . . . . .	21
3.5. Pantalla principal . . . . .	22
3.6. Pantalla secundaria, primera configuración . . . . .	22
3.7. Diseño final de la pantalla secundaria . . . . .	23
3.8. Tercera pantalla, primer diseño . . . . .	23
3.9. Diseño final de la tercera pantalla . . . . .	24
3.10. Caja de protección para el sistema de automatización . . . . .	24
3.11. Circuito esquemático del sistema . . . . .	25
3.12. Adecuación del circuito electrónico en la caja de protección . . . . .	26
3.13. Circuito electrónico con la caja protección . . . . .	26
3.14. Instalación del sistema de cañerías . . . . .	27
3.15. Instalación de las válvulas . . . . .	27
3.16. Instalación del sistema electrónico . . . . .	28
3.17. Acoplamiento del sistema electrónico con el sistema de cañerías . . . . .	28
3.18. Instalación de los sensores en el suelo . . . . .	29
4.1. Primera interfaz de la aplicación . . . . .	30

4.2. Segunda interfaz de la aplicación . . . . .	31
4.3. Tercera interfaz de la aplicación . . . . .	31
4.4. Conexión de la aplicación hacia el módulo Bluetooth . . . . .	32
4.5. Selección del tipo de suelo . . . . .	32
4.6. Interfaz de selección del tipo de planta e información de lectura de los sensores . . . . .	33
A.1. Presupuesto del prototipo . . . . .	38

# Capítulo 1

## Introducción

En la provincia del Cañar no existe realizados estudios sobre sistemas de riego tecnificados o automatizados. Mantener el cuidado de estos cultivos conlleva el control de tiempo y agua que estos necesitan para su correcto desarrollo. Al hablar de agua, se conoce que este recurso suministra alrededor de la mitad de la humanidad y que de esta forma casi la mitad de este es utilizado en huertos o cultivos para procesos de riego, en tal caso estas cifras son altas ya que casi llegan a la mitad de su totalidad, por esta razón es importante mantener el control correcto del consumo de agua a través de un sistema de riego automático [Water, 2014]. El sistema diseñado integra un tipo de controlador, con sensores de humedad y temperatura, que al ser instalados reciben las lecturas de hidratación y humedad, según estas mediciones el controlador envía señales para que se active o no el sistema de riego automático, buscando mediante este obtener el control total del riego y de los elementos que los huertos o cultivos requieren para su correcto desarrollo [José, 2018].

Dentro de la sociedad, se ha logrado constatar la existencia de diversos sistemas de riego, que de forma mayoritaria son de control manual, lo que resulta una gran desventaja ya que esto conlleva a la consumo de agua y energía por encima de lo requerido por los cultivos, esto sin mencionar que los mismos no obtienen la cantidad de recursos que necesitan [Kenji, 2018]. De esta forma, el proyecto de investigación ofrece la solución a través del riego y cuidado de jardines o huertos pequeños en donde el suelo contenga un espacio reducido [Bryan, 2018].

Trabajos anteriores revelan que en la Escuela Superior Politécnica del Litoral realizó una sistema similiar con la finalidad de ofrecer hidratación de césped mediante el uso de energía renovable. Dicho sistema sensa las condiciones de terreno para el riego de césped; utiliza agua de una reserva que surge a través de la lluvia y a través de un panel solar se carga una batería con la finalidad de iniciar el riego. Este sistema de automatización tiene el objetivo de ofrecer el control de diversas variables como tiempo y consumo, manteniendo la ideología de evolucionar en los procesos permitiendo que sean eficientes mediante el uso de tecnología inalámbrica destinada a automatizar los sistemas de riego, las mismas que se originan para distancias cortas a través de la luz infrarroja, hasta redes personalizadas de forma inalámbrica WPAN. [Calle and Gaibor, 2017].

En otro trabajo de investigación se desarrolló un sistema que realiza el riego por goteo mediante el bombeo fotovoltaico con la finalidad de controlar el desarrollo de espárragos. En este sistema se controla el tiempo en que el cultivo requiere del riego, este proceso se realiza a través de hectáreas [Heredia Fernández and Sánchez Manayalle, 2018].

Ofrecer el control y la automatización de un sistema no es novedad en la actualidad, ya que este tipo de sistemas se ha desarrollado fuertemente en el campo industrial y de la ingeniería, conocer los problemas y las necesidades existentes ha permitido crear sistemas de automatización [Castillo, 2014]. El proyecto se enfoca en el diseño de un sistema automático que posibilite controlar el riego de huertos o jardines.

Para finalizar, con respecto a la revisión de la bibliografía se verificó la existencia de varios tipos de riego. De esta forma los más utilizados debido a la accesibilidad de los precios son los tipos de riego por goteo e inundación, dicho sistema conduce el material por medio de cañerías de material plástico a través de hileras que contienen los huertos o jardines para ofrecer agua de una manera localizada y despacio goteo por goteo. Este sistema se aplica en huertos de estructura vertical y es posible también usarse en cultivos donde la extensión de suelo sea considerable. Este tipo de sistemas ofrece la reutilización de agua a través del impulso de una bomba [Vintimilla Peláez, 2013].

Desarrollar un sistema automático de bajo costo es la parte esencial del proyecto, ya que esto permite a las personas tener un sistema de control accesible en comparación con otras plataformas. La importancia de mantener el cuidado de los cultivos radica en que en varias ocasiones los mismos no perciben el cuidado adecuado ya sea por el abandono por extensos periodos de tiempo o por el consumo excesivo de agua en el riego, lo que conlleva a la oxigenación inadecuada del ser vivo [Cuenca Cahuana, 2016]. De esta forma se considera una necesidad controlar el riego de los huertos, asegurando a los mismos la correcta hidratación de acuerdo a las condiciones climáticas haciendo uso de los sensores.

## **1.1. Descripción del problema**

Existen muchas personas a las que les gusta tener cultivos, que contengan diversidad de plantas, esto ha posibilitado que las personas no padezcan de estrés y puedan mejorar la salud. Para este fin se necesita tener regado los suelos de forma apropiada, esta actividad a lo largo de los años se ha venido desarrollando mediante la técnica de inundación, lo cual consiste en conectar una manguera en un tiempo no controlado y esperar que el agua sature el terreno.

En tal virtud, el problema de investigación, nace a través de la falta de tiempo que las personas poseen para mantener el cuidado adecuado de sus huertos o jardines, lo que provoca daño en los mismos por ausencia de agua. En tal caso, mantener este tipo de jardines se torna un problema y una necesidad, a través de esta problemática existen quienes se ven en la necesidad de requerir la ayuda de una persona para el cuidado de estos huertos, lo que conlleva un gasto extra, otros buscan obtener el tiempo necesario para el cuidado de los mismos, pero terminan fallando ya que no son constantes con el control y cuidado de sus cultivos o jardines domésticos [Bryan, 2018].

Algunas repercusiones de esta problemática son, un mal uso del recurso hídrico, el tiempo perdido por las personas, y hasta pérdidas completas de los jardines o cultivos domésticos.

## 1.2. Línea de investigación

Ciencias exactas, naturales y tecnológicas.

## 1.3. Objeto de estudio

Control, automatización y monitoreo.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de riego automático para el control y cuidado de jardines o cultivos domésticos.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Fundamentar y desarrollar los conceptos más importantes sobre sistemas automáticos de riego, a través de la revisión del estado del arte.
- Determinar el mejor sistema automático de riego para nuestro medio, basándonos en el apoyo de simulaciones tanto de hardware como de software que permitan tener un funcionamiento adecuado del sistema.
- Realizar la implementación del sistema más factible para este fin, luego de haber determinado cuál de los sistemas es el mejor.
- Mostrar los resultados obtenidos, a través, de un artículo descriptivo sobre el sistema automático de riego de jardines o huertos domésticos, obtenidos a lo largo del desarrollo de la investigación y diseño del mismo.

## 1.5. Hipótesis

¿Estudiar el sistema de riego automático para jardines o cultivos domésticos, ayudará en varios aspectos como, el tiempo de las personas, el uso de nuevas tecnologías y que pueda ser implementado en los hogares?

Al analizar el sistema de riego automático para el control y cuidado de jardines o cultivos domésticos, mediante la simulación, diseño e implementación del mismo, de forma independiente, poder llegar a obtener resultados que

permitan implementar nuevas tecnologías, evitar el mal uso de los recursos hídricos, ahorrar el tiempo de las personas, mejorar el control de los suelos y sembrar un precedente para que pueda ser implementado en los hogares este tipo de sistema.

## 1.6. Metodología

- Se basará en desarrollar y fundamentar los conceptos más importantes de los sistemas automáticos de riego para jardines o huertos domésticos, estado del arte, apoyado en la búsqueda de información sobre el tema, en la biblioteca universitaria, artículos científicos, internet.
  
- Se analizarán los componentes de hardware y software, y se realizará la simulación de los diferentes tipos de sistemas a través del software que utilizaremos, buscando resultados para que el sistema diseñado desempeñe un funcionamiento deseable y estable, así como los tipos de hardware usados para este fin.
  
- Se desarrollará una maqueta en la cual se indicará el funcionamiento del sistema diseñado e implementado para el riego de jardines y cultivos domésticos.
  
- A continuación se realizará el desarrollo de la aplicación móvil que permita el control del sistema.
  
- Se realizarán las pruebas para el correcto funcionamiento del sistema implementado.
  
- Para finalizar se realizará un breve artículo sobre el tema de investigación y se explicarán las conclusiones que se han ido obteniendo a lo largo de la realización del mismo.  
En la Figura 1.1 se describe cada una de las fases a desarrollar.

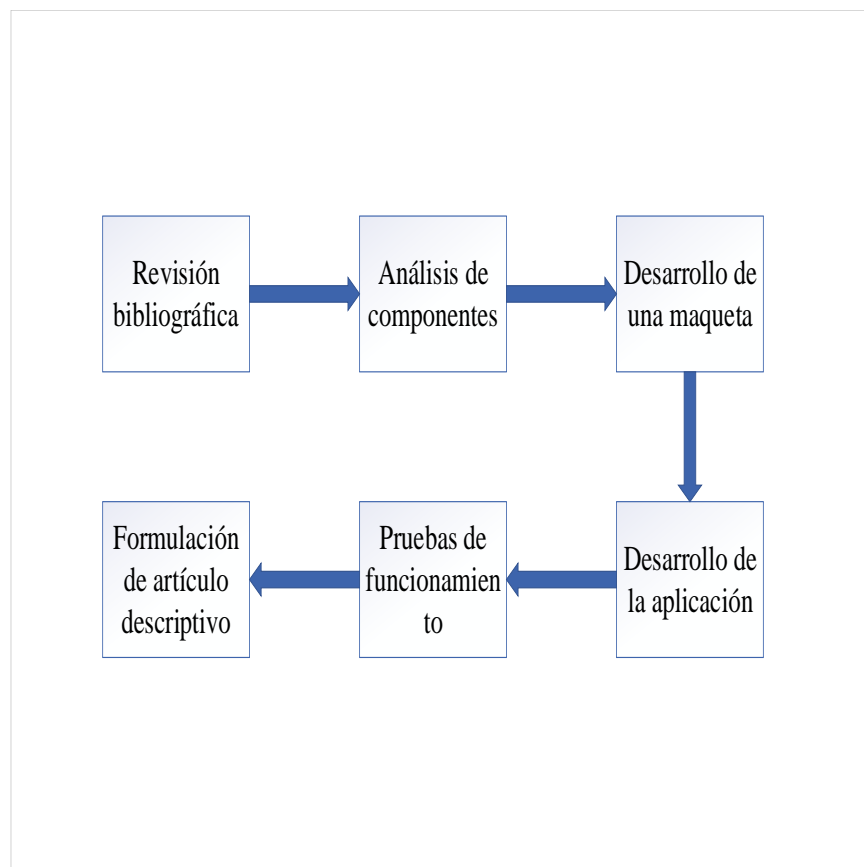


Figura 1.1: Metodología para el diseño del sistema  
Fuente: propia

## Capítulo 2

# Marco teórico

### 2.1. Riego

El riego se considera como el conjunto de procesos que permiten la entrega eficiente de agua a los terrenos o áreas en donde existen la presencia de cultivos o huertos, contribuyendo al desarrollo de los mismo. El riego es utilizado en muchas áreas de la agricultura, lo que representa cerca de la mitad de consumo a nivel mundial. Debido al gran desperdicio de agua que existen en la actualidad a nivel mundial por procesos de riego es importante que el mismo sea tecnificado, esto quiere decir obtener el aprovechamiento eficiente de agua a través del uso de la tecnología y a través de ello mantener el control del consumo de agua y el aprovechamiento de mejores cultivos[Hidroponia, 2015].

#### 2.1.1. Tipos de riego

Existen diversos tipos de riego que se plasman a continuación:

- Riego por gravedad, este tipo de riego conduce el agua mediante una zona de abastecimiento hacia los terrenos, aplicandose de forma directa el riego a los cultivos por gravedad a través de surcos que contiene cultivos en hilera.
- El sistema de riego por aspersión se aplica el riego a través de aspersores, los mismo que generan el riego en forma de lluvia sobre los cultivos..
- El sistema de riego por micro aspersión, es similiar al sistema de riego por aspersión con la diferencia que en este el agua no tiene largo alcance y el tamaño de las gotas son pequeñas.
- El tipo de riego por goteo ofrece la utilización de agua de forma óptima ya que se produce gota a gota. [Irvin, 2017].

En la Figura 2.1 se muestra los tipos de riego de acuerdo al orden establecido en los ítems anteriores.

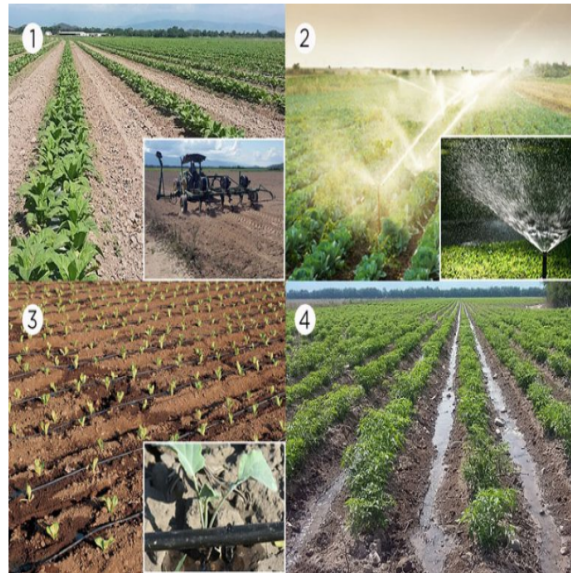


Figura 2.1: Tipos de riego

Fuente: [Irvin, 2017]

## 2.2. Automatización

La automatización es el diseño de procesos que ofrece el reemplazo de la mano de obra de las personas por procesos programados por una máquina a través de un software, conseguir la sustitución de la mano de obra por procesos de control automatizado brinda la solución de diferentes problemas y la precisión adecuada en los sistemas para su desarrollo. Poseer un sistema de control automatizado en los sistemas de riego permite obtener cultivos de mejor calidad, sin embargo, existen ciertas ventajas y desventajas para la obtención de estos sistemas [Simón Mori, 2018].

Ventajas para la automatización de sistemas de riego:

- Permite tener el control total del riego, monitorizando de esta forma cualquier inconveniente que se pudiese presentar en el.
- No requiere la necesidad de la mano de obra, ya que se obtiene un sistema de automatización con un mínimo margen de error.
- Permite aportar el agua necesaria a los cultivos a través de la medición de las variables temperatura y humedad.
- Se obtiene un control total en el consumo de agua debido a la automatización del riego.

Desventajas para la automatización de sistemas de riego:

- La mayor desventaja es el costo de los accesorios para la instalación de sistemas automatizados.
- Es necesario mantener los conocimientos previos para monitorizar los sistemas de riego.
- Existe la necesidad de poseer de energía continuamente para el funcionamiento adecuado.

### 2.3. Sistema electrónico de riego

El sistema electrónico de la Figura 2.2 se presenta un conjunto de sensores, equipamientos y actuadores que permiten obtener el control de un sistema de riego. En este se puede detallar que los sensores obtienen la información necesaria tomada del mundo físico para en función de ello tomar una decisión respecto al sistema [Torrente Artero, 2013].

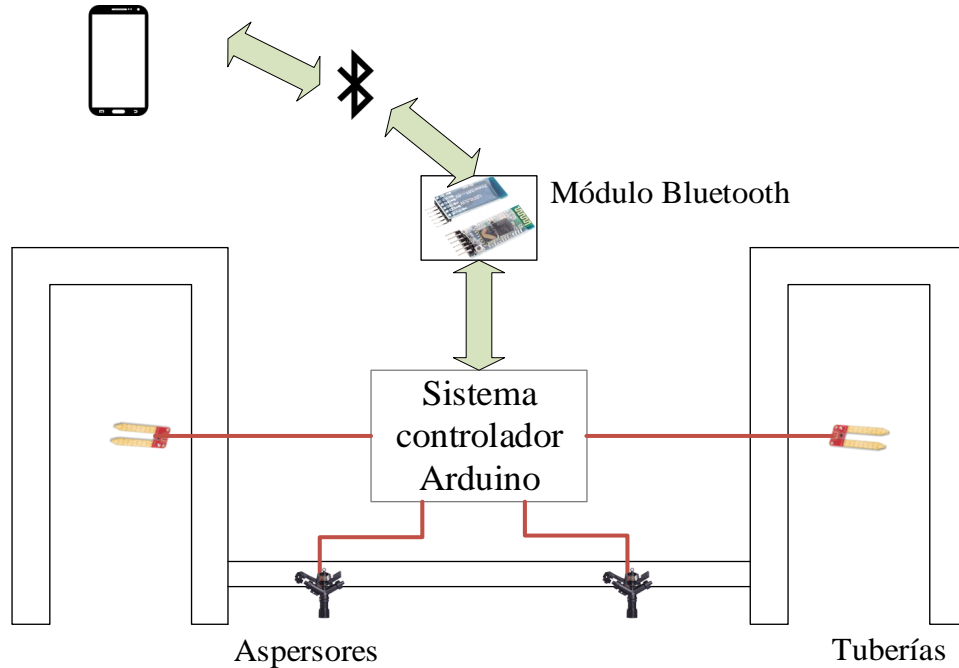


Figura 2.2: Sistema electrónico de riego  
Fuente: [Morell and Tuset, 2018]

### 2.4. Microcontrolador

Estos dispositivos (Figura 2.3) representan circuitos que se encuentran integrados en una placa o chip. Es decir, un microcontrolador contiene en su interior gran variedad de componentes que tiene la opción de ser programables y poseen la capacidad de realizar cualquier instrucción definida a través de la programación. Los microcontroladores poseen tres elementos básicos: CPU, memorias, entradas y salidas [Torrente Artero, 2013].

Existen algunos tipos de microcontroladores como:

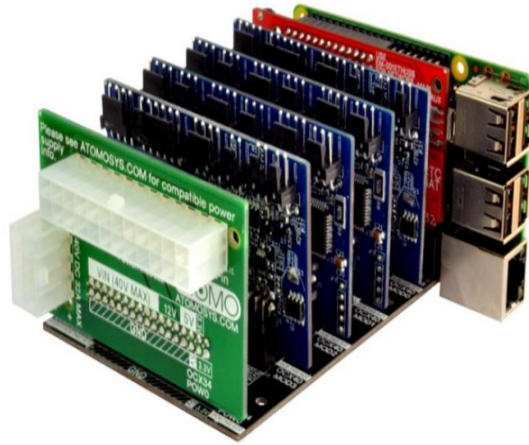


Figura 2.3: Microcontroladores  
Fuente: [Torrente Artero, 2013]

### 2.4.1. Arduino

Arduino (Figura 2.4) es un microcontrolador electrónico de fácil manejo, establecido en la programación libre, sin restricciones. Su programación se realiza a través del IDE de Arduino que resulta fácilmente descargable de internet. Arduino permite la creación de aplicaciones con diversas utilidades. Este tipo de microcontrolador surge en el año 2003 como resultado de una serie de estudios para el diseño de una placa accesible en costos para las personas, este componente es manejable en Windows, macOS y Linux [Xataka, 2018].



Figura 2.4: Arduino  
Fuente: [Xataka, 2018]

### 2.4.2. Raspberry Pi

Este tipo de microcontrolador (Figura 2.5) resulta una mini computadora, ya que sus habilidades se asemejan a una de ellas. Esta placa es de costo accesible, permite realizar gran funcionalidad de tareas, su funcionamiento

esta basado en Linux. Su gran ventaja y utilidad radica en su tamaño reducido y su capacidad para desarrollar aplicaciones [Xataka, 2018].



Figura 2.5: Raspberry Pi  
Fuente: [Xataka, 2018]

## 2.5. Tecnologías inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas tienen la posibilidad de conducir información mediante ondas invisibles sin la necesidad del uso de conductores, este tipo de tecnologías es muy utilizado en empresas ya que el uso conlleva ventajas como: el incremento del rendimiento en procesos de información, mayor precisión tecnológica. Es posible diseñar gran cantidad de topologías que minimicen las necesidades con el uso de computadores. [Lesano Muñoz, 2018].

### 2.5.1. Tecnología Wi-Fi

Este tipo de tecnología se encuentra estandarizada en IEEE 802.11, se desarrolló como un reemplazo inalámbrico para el popular Ethernet. La tecnología Wi-Fi la podemos encontrar en muchos dispositivos electrónicos, puntos de acceso Wi-Fi se implementan hoy en la mayoría de los hogares, escuelas, oficinas, espacios públicos. Wi-Fi también es usado en aplicaciones de IoT que pueden aprovechar las infraestructuras de Wi-Fi instaladas sin Gateways personalizados. La mayoría de las redes Wi-Fi operan en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) de 2,4 GHz. Sin embargo, es posible funcionar en una banda de 5 GHz ya que hay la existencia de más canales y por ende mayor capacidad en velocidad, lo que implican un mayor consumo de energía. La última evolución de Wi-Fi es el estándar 802.11ax conocido como Max Wi-Fi es capaz de utilizar canales con una frecuencia de 160 MHz, lo que duplica el ancho de banda del estándar antes mencionado,

superando a los mejores dispositivos actuales [Pachar Bravo, 2018].

El Cuadro 2.1 muestra los tipos de tecnologías inalámbricas que existen:

Tecnología	Descripción
WPAN (Wireless Personal Area Network)	Ofrece una comunicación entre dispositivos.
WLAN (Wireless Local Area Network)	Permite la conexión interna en el área local.
WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)	Establece conexión inalámbrica de distintas zonas de una misma área.
WWAN (Wireless Wide Area Network)	Crea conexiones de forma privada o pública.

Cuadro 2.1: tipo de tecnologías inalámbricas

Fuente: [Pachar Bravo, 2018]

### 2.5.2. Tecnología Bluetooth

Esta tecnología es de forma inalámbrica y se diseñó con la funcionalidad de crear enlaces de conexión entre diferentes dispositivos electrónicos, su alcance es limitado. Esta tecnología que conecta dispositivos de forma inalámbrica permite inmunidad a la interferencia ya que utiliza espectro disperso de salto de frecuencia, su conexión se establece en una frecuencia de 2.45GHz [Bravo Stefany; Redondo Maria; Porta Adriana; Vásquez Esteban, 2013].

## 2.6. Actuadores, sensores y medidores de nivel de agua

Los actuadores como se presenta en la Figura 2.6 son aquellas electroválvulas que ofrecen un consumo de energía bajo, estos dispositivos tienen la finalidad de ofrecer la apertura o el cierre de las válvulas hidráulicas con la intención de dar paso a la conducción de agua requerida. Para el diseño del prototipo es importante tener presente que los actuadores contengan un rango de protección hacia las condiciones externas a las que son expuestas.

Los sensores tienen la finalidad de sensar la cantidad de fluido que existe en un envase, existen varios tipos de sensores que se encuentran destinadas a esta función mediante un funcionamiento diferente. Existen diversos tipos de sensores de acuerdo a las variables que se quieran medir.

Anteriormente existían sensores de tipo mecánico. Sin embargo, con los avances tecnológicos los mismos han ido evolucionando hasta transformarse en sensores electrónicos, que llevados de inmensa capacidad y pequeñez físicamente permitan obtener ventajas como proporcionar señales de salida a través de las mediciones de la altura de fluido tanto analógica como digital. Debido a esta capacidad, estos han sido incorporados en las industrias [Alexander Chulde Quiróz, 2017].

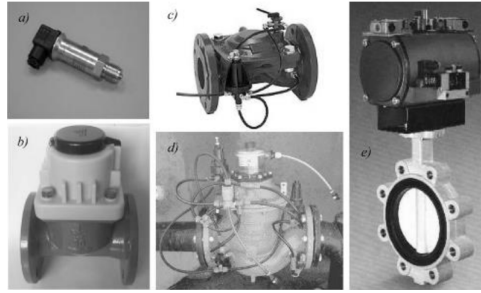


Figura 2.6: Actuadores, sensores y medidores de nivel de agua

Fuente: [alexander Chulde Quiróz, 2017]

### 2.6.1. Sensor de temperatura-humedad dht22 y funciones

Es un sensor digital (Figura2.7), su antecesor es el DHT11, internamente contiene dispositivos que permiten medir la humedad a través de un sensor capacitivo y la temperatura mediante un termistor, también dispone de un circuito integrado básico que se encarga de la conversión de la señal analógica a digital para la temperatura y la humedad. No necesita de los buses: I2C, SPI u otro, este sensor usa una sola entrada digital para comunicarse con el microcontrolador, avr o arduino.

EL sensor DHT22 dispone de 4 pines para su conexión, no necesita ningún protocolo de comunicación, solo usa una terminal para comunicarse con el microcontrolador, se recomienda poner un resistor de 10Kohmios conectado al pin Vcc y al pin de datos, para tener una lectura estable[Quispe Pinto, 2017].

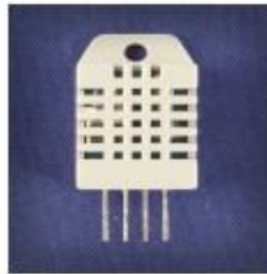


Figura 2.7: Sensor de temperatura-humedad dht22

Fuente: [Quispe Pinto, 2017]

### 2.6.2. Módulo WiFi ESP8266

El módulo de Wifi ESP8266 (Figura 2.8), es un dispositivo que permite la conexión entre otros dispositivos de forma inalámbrica a través de la conexión a internet. Estos componentes trabajan a una frecuencia de 2.4 GHz, es compatible con el protocolo de comunicación TCP/IP, estos dispositivos tienen como objetivo brindar acceso a internet a los microcontroladores [Luis del Valle, 2016].

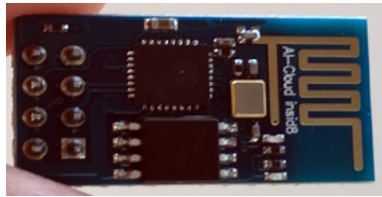


Figura 2.8: Módulo WiFi ESP8266  
Fuente: propia

### 2.6.3. Módulo Bluetooth HC-06

Este dispositivo (Figura 2.9), permite establecer la conexión entre el microcontrolador Arduino y otros dispositivos móviles, con la finalidad de poder ofertar la lectura y monitorización de datos al usuario [Torrice Lopez Victor, 2016].

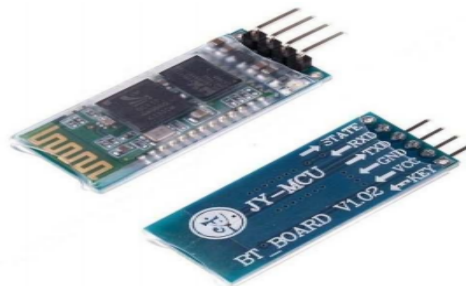


Figura 2.9: Módulo Bluetooth  
Fuente: [Torrice Lopez Victor, 2016]

A continuación se muestran algunas características en el Cuadro 2.2:

Módulo Bluetooth	2.0 + EDR
Funcionamiento	Esclavo (sólo se opera en este modo)
Frecuencia	2.4 GHz
Distancia	5 a 10 metros
Voltaje de funcionamiento	3.5 - 6 voltios
Temperatura de funcionamiento	-25° C - 75° C
Seguridad	Autenticación y encriptación
Tasa de transferencia	9600 baudios
Consumo de corriente	30mA - 40mA
Número de pines	4

Cuadro 2.2: Características del módulo Bluetooth

## 2.7. Software para el diseño de aplicaciones

En la actualidad existen varias herramientas que permiten crear aplicaciones, esta labor es una forma de conectar a personas como diferentes tipos de tecnologías. Una aplicación simplifica en mucho el trabajo de las personas, ya que la tecnología cada vez más se vuelve parte integral de la vida y el trabajo [Lesano Muñoz, 2018].

Existen diversos softwares que permiten el diseño de aplicaciones entre las cuales se manifiestan a continuación:

- **App Inventor:** App Inventor, es una herramienta utilizado para el diseño de aplicaciones, la misma que fue diseñada por Google Labs. Con el objetivo de ofertar a los usuarios la creación de aplicaciones enfocadas al sistema Android. Este sistema permite al usuario enlazar una serie de bloques para el diseño de aplicaciones a través de un sistema visual y un conjunto de herramientas. Las aplicaciones diseñadas en App Inventor se encuentran limitadas debido a la simplicidad, sin embargo, esta herramienta cubre sin número de necesidades básicas.
- **Appery.io:** este software facilita crear aplicación para sistemas operativos como Android, iOS y Windows Phone, tiene la posibilidad de adjuntar funcionalidades poderosas desde un catálogo de plugins que potencian las aplicaciones diseñadas.
- **Mobileroadie:** Esta herramienta permite diseñar aplicaciones interesantes a partir de servicios de geolocalización. Además, tiene la posibilidad de manejar y gestionar contenidos desde diferentes sitios y redes sociales.
- **Goog Barber:** tiene la facilidad de crear aplicaciones para Android y iPhone de una forma muy dinámica, a través de plantillas personalizables.
- **Android Studio:** es una herramienta que ofrece el diseño de aplicaciones para Android, este software es el entorno de desarrollo integrado, se encuentra basado en IntelliJ IDEA.

## 2.8. Tipos de suelos

Ecuador, al ser un país diverso, tiene la facultad de contener diferentes tipos de suelo, lo que lo ha conseguido debido a la conformación geográfica de los límites con el Océano Pacífico. Para conocer los tipos de suelos que existen en el país requiere tener presente la condiciones climáticas. Sin embargo, es necesario conocer los tipos de suelo que son de utilidad para la agricultura y que son necesarios tener presente para el diseño del sistema de riego automático [González and Maldonado, 2018].

- **Suelos arenosos:** este tipo de suelo contienen una textura granular, como consecuencia de esta característica en este tipo de suelos no existe buena retención de nutrientes ni líquidos.
- **Suelos arcillosos:** este tipo de suelos se encuentra compuestos por arcilla, lo que convierte al suelo en textura pesada y pegajosa, es por ello que es necesario manipular correctamente la cantidad de agua de riego, ya que este tipo de suelos posee un mal drenaje lo que conlleva a un serio problema de acumulación de agua y con ello la muerte de las plantas.

- Humus: el suelo tipo humus se encuentra considerado como una materia orgánica en una etapa de descomposición, se compone de varios beneficios entre ellos la capacidad de absorción de agua y nutrientes que brinda al desarrollo de las raíces.
- Caliza: el suelo tipo caliza es un tipo de suelo rocoso lo que le impide tener buena absorción de líquidos [Cairo and Rodríguez, 2017].

El análisis de los suelos en los cultivos es importante ya que cada uno manifiesta diferente absorción de líquido, lo que conlleva a la implementación de sensores que permitan verificar la temperatura y humedad del suelo para el correcto riego de los huertos. En la Figura 2.10 se muestra los tipos de suelos.



Figura 2.10: Tipos de suelo  
Fuente: [Cairo and Rodríguez, 2017]

## 2.9. Tipos de plantas

- Césped: este tipo de plantas son las que más se utilizan en un jardín o huerto, aunque requiere poco mantenimiento el riego de este tipo de plantas es importante.
- Palmeras: este tipo de plantas alcanzan cierta altura y crecen hacia los lados y por debajo de la tierra, el riego de las palmeras es importante para alcanzar el desarrollo deseado.
- Hortalizas: este tipo de plantas corresponde a un conjunto de plantas destinadas a huertas usadas para el consumo, mantener el riego adecuado para el desarrollo de los alimentos requiere de sumo cuidado.
- Medicinales: son plantas que son sembradas con la finalidad de utilizarse en el tratamiento de enfermedades o afecciones.

- Ornamentales: las plantas ornamentales son aquellas que se cultivan con la finalidad de embellecer o adornar un lugar [Metroplag, 2018].

Es necesario tener presente el tipo de planta que se posee para poder utilizar el sistema de riego adecuado con el objetivo de brindar a la planta la cantidad de líquido que requiera. En la Figura 2.11 se muestra los tipos de plantas.



Césped



Hortalizas



Palmeras



Ornamentales

Figura 2.11: Tipos de plantas

Fuente: [Metroplag, 2018]

## Capítulo 3

# Diseño, Construcción e Implementación

En el desarrollo de este capítulo, se detallará los diferentes procesos realizados para la elaboración y el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados en el trabajo de investigación. El sistema a implementarse está compuesto por diferentes componentes, en la Figura 3.1, se presenta el esquema del funcionamiento del sistema automatizado de riego:

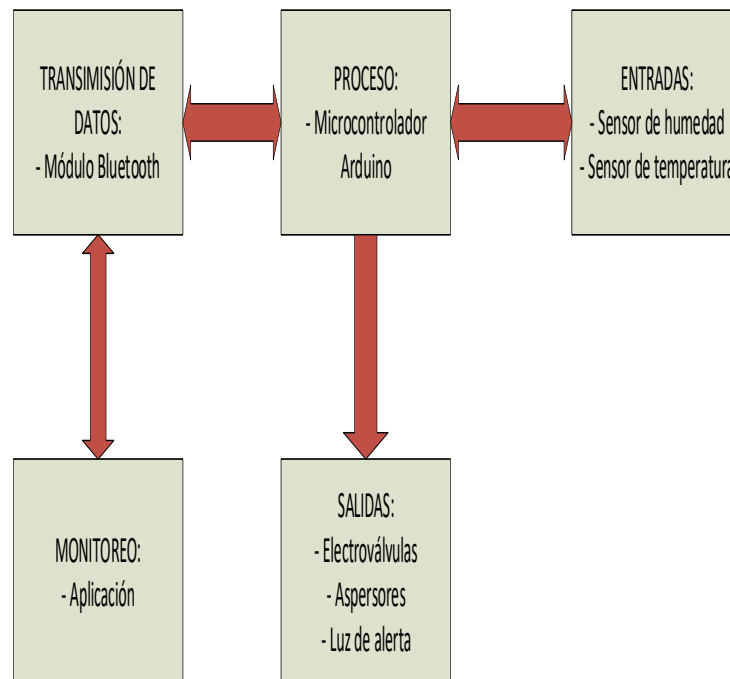


Figura 3.1: Diagrama de bloques del sistema automatizado de riego

Fuente: propia

A través del análisis respectivo en cuanto a la determinación del sistema de riego adecuado, se observó una

serie de parámetros que permiten ofertar la mejor solución.

El sistema que se implementó es el tipo de riego por aspersión ya que este ofrece diferentes ventajas, las mismas que se presentan a continuación:

- Presenta menor consumo de agua.
- Se acopla fácilmente a terrenos irregulares.
- Posibilita la dosificación de agua.
- Se distribuye en los pastos a través del viento.

El sistema de riego por aspersión es el más adecuado, sin embargo es necesario conocer el método ideal con el cuál se procede a realizar la transmisión de datos para el funcionamiento correcto del mismo. Como bien se mencionó para el desarrollo del prototipo se tiene presente la transmisión de datos por wifi y la transmisión de datos a través del módulo de Bluetooth.

En el desarrollo se utiliza el módulo de Bluetooth, debido a que esta tecnología inalámbrica posee la ventaja del consumo reducido y aunque el alcance sea menor a la que ofrece la tecnología WiFi con una diferencia de 30 a 300 metros, esta distancia se considera suficiente para la construcción del prototipo ya que las edificaciones se encuentran dentro de este rango. Además, en cuestión de costos el módulo de Bluetooth es mucho más económico respecto al WiFi, es por ello que a través del análisis respectivo se decidió por dicha tecnología.

El módulo Bluetooth contiene 4 pines como se observa en la Figura 3.2, los mismos que se conectan al Arduino Mega para el funcionamiento correcto, sin embargo para que cargar el respectivo código es necesario desconectar los pines Rx y Tx del módulo ya que el Arduino utiliza estos pines para grabar el código.

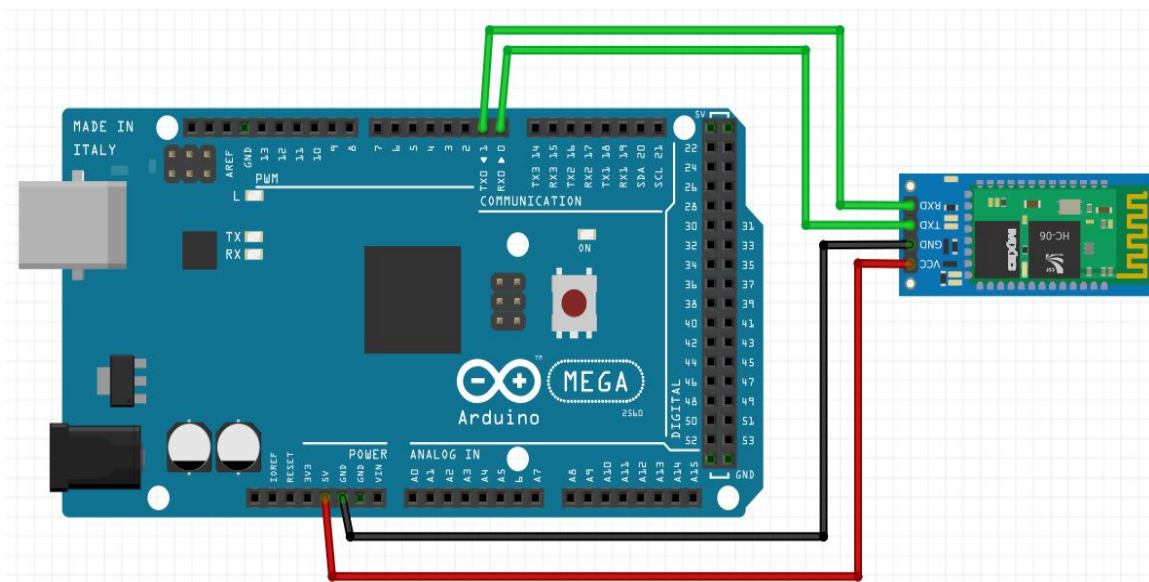


Figura 3.2: Conexión del módulo bluetooth con microcontrolador Arduino

Fuente: propia

### 3.1. Estructura del sistema de riego

El sistema de riego automatizado, está compuesto por sensores de humedad, que tienen la funcionalidad de controlar la administración del agua potable mediante un monitoreo constante a través de una aplicación que permite el envío de una señal a un teléfono móvil mediante el módulo bluetooth con la información de la hidratación que tenga el suelo.

Para construir este sistema es necesario una serie de materiales que facilitan el cumplimiento del objetivo planteado en el trabajo de investigación. A continuación en el Cuadro 3.1, se muestra la lista de materiales:

Material	Descripción
Sensor de humedad	Permite detectar la humedad del suelo
Módulo bluetooth	Dispositivo que permite la transmisión de datos
Aspersor	Regador de agua
Relé	Dispositivo electromagnético, que funciona como un interruptor
Electroválvula	Llave de paso eléctrica
Dispositivo móvil	Telefono celular de sistema operativo android
Arduino mega	Microcontrolador programable
Fuente de alimentación	9v y 12 v

Cuadro 3.1: Lista de materiales

El sistema diseñado se desarrolla a través del uso de tecnología de bajo costo, con la finalidad que el mismo se encuentre a la disposición de las personas como se observa en el Anexo A.1.

El sistema de riego automático posee la funcionalidad de controlar los siguientes términos:

- Monitoreo de la humedad del área del jardín.
- Administración controlada del agua.
- Control de tiempo de riego del jardín a través de la detección de humedad y temperatura.
- Uso de electroválvulas y aspersores con mayor cobertura.

### 3.2. Análisis para el diseño de la aplicación

El sistema automático de riego se monitorea a través de la tecnología bluetooth, desde una aplicación en el telefono celular. Es por ello que se realizó un análisis para detectar la herramienta para el diseño de la misma; se analizaron unas cuantas para luego optar por la correcta:

- App Inventor
- Ionic
- AndroidStudio

Estas tres herramientas son ideales para el diseño de la aplicación. Se decidió por Android Studio ya que es una aplicación desarrollada para teléfonos inteligentes con sistema operativo Android. Esta plataforma es un software que tiene la posibilidad de crear aplicaciones para Android ya que fue desarrollado por el mismo, además brinda diferentes funciones, entre las cuales se presentan:

- Brinda un sistema de compilación flexible
- Brinda un emulador velóz con variedad de funciones
- Posibilita un desarrollo unificado para todos los dispositivos Android

Establecido el software con el que se procede a realizar la aplicación para el sistema de automatización, es importante dar a conocer que, un requisito primordial para el uso de Andorid Studio es tener en el JDK de Java, a continuación en la Figura 3.3 se muestra el asistente de Android Studio para su ejecución.

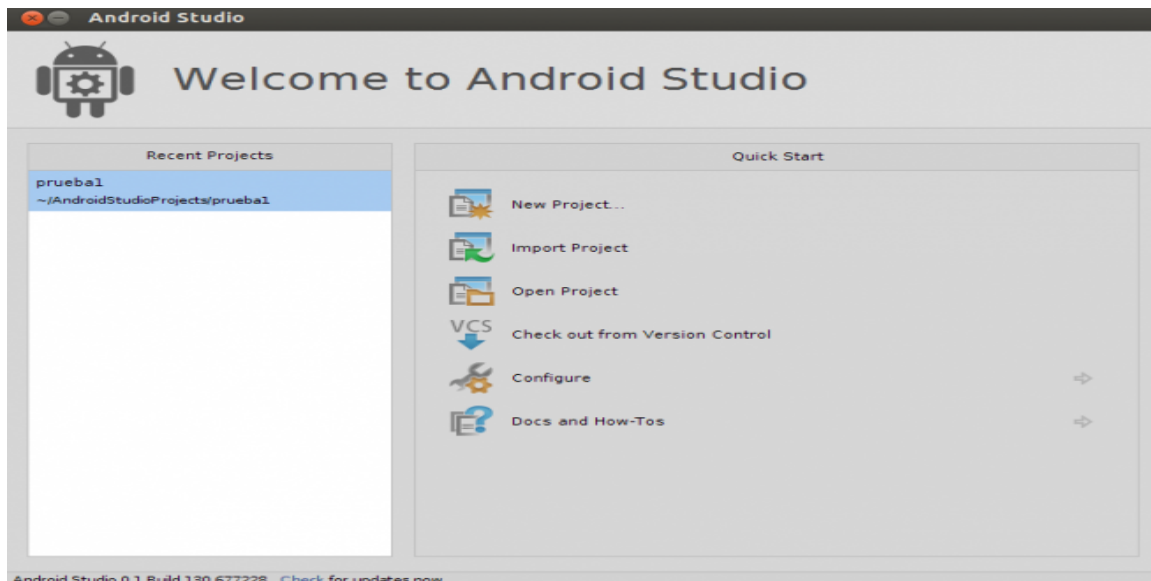


Figura 3.3: Android Studio

Fuente: propia

Obtenido el software, es posible crear la aplicación para monitorear el sistema de automatización. En la misma se mostrará los datos más relevantes que ofrezca toda la información del sistema de riego, entre los cuales están la temperatura, la humedad y la administración de agua en el terreno.

### 3.3. Diseño del circuito electrónico

Se ha diseñado el circuito electrónico que realiza el funcionamiento del sistema de riego automático con el objetivo de vizualizar la conexión. Para ello se ha utilizado el software llamado Fritzing, el cual facilita la verificación del funcionamiento de circuitos. Fritzing es una herramienta que permite automatizar diversos diseños electrónicos con la finalidad de ofertar ayuda a los programadores.

El circuito que se presenta en la Figura 3.4 muestra la conexión de arduino con los elementos que se han utilizado para la lectura de la humedad y temperatura del suelo, es importante señalar que todos los datos que los sensores toman sean enviados a través del módulo Bluetooth para la visualización en la aplicación diseñada. Este circuito es la parte esencial del funcionamiento del sistema de riego automático, ya que mediante el se evalúa las condiciones del terreno para su respectivo riego.

En el diseño de la figura se utiliza 5 relés, los cuales se muestran conectados en los pines digitales del microcontrolador Aduino Mega, 2,4,5,6,7. Además, se visualiza el sensor de temperatura y el sensor de humedad, los cuales conectados en los pines analógicos y digitales respectivos, sensarán el estado del suelo, toda esta información se procesará mediante el módulo Bluetooth el cual enviará toda la información a la aplicación en el teléfono móvil.

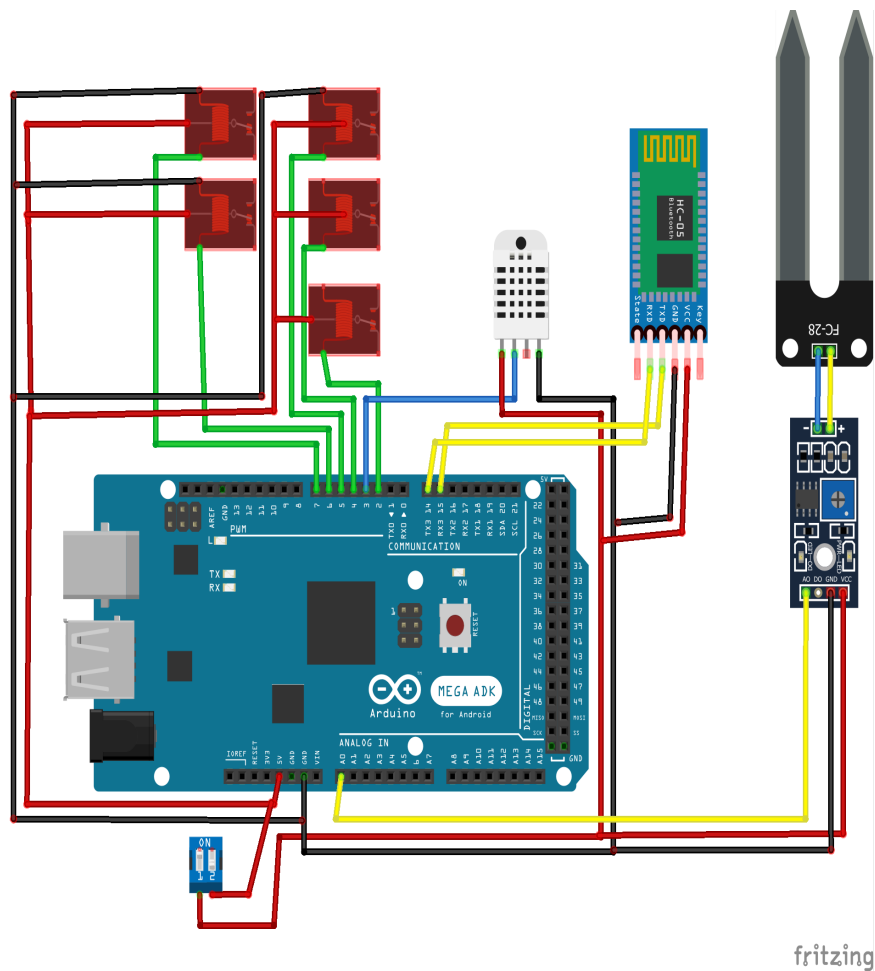


Figura 3.4: Diseño electrónico del circuito del sistema de riego

Fuente: propia

### 3.4. Diseño de la aplicación

Para el diseño de la aplicación es necesario tener presente los diferentes procesos y etapas que el sistema de riego automático debe tener. En primera instancia se presentan 3 interfaces en las cuales se muestre un inicio, el tipo de suelo y la información sobre el riego automático.

En la primera pantalla, se visualiza un botón que ofrece el inicio para el sistema de riego automático, además del logotipo de la Universidad Católica de Cuenca como se observa en la Figura 3.5



Figura 3.5: Pantalla principal

Fuente: propia

En la segunda pantalla se ofrece la visualización de los diferentes tipos de tierra a los que el sistema de riego se encuentra destinado, en la Figura 3.6 se observa la primera configuración que se realizó para la aplicación a mostrarse.



Figura 3.6: Pantalla secundaria, primera configuración

Fuente: propia

Luego de obtener la interfaz la cual permite la elección del tipo de suelo, se realizó una configuración en la que se oferta la elección mediante imágenes, con la intención de mostrar al usuario una aplicación dinámica de uso sencillo para cualquier persona.

El diseño que se menciona es una modificación de la imagen visualizada con anterioridad como se observa en la Figura 3.7.

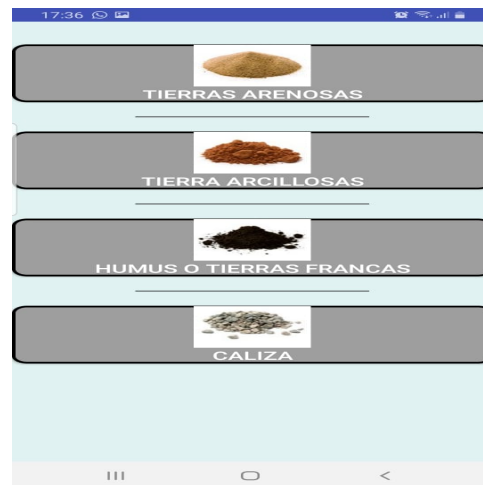


Figura 3.7: Diseño final de la pantalla secundaria

Fuente: propia

En el diseño de la tercera pantalla se visualiza las lecturas tomadas por los sensores de humedad y temperatura, se realizaron dos configuraciones. En la Figura 3.8 se presenta el diseño de la interfaz a través de botones que brindan la facilidad de poder elegir el tipo de planta que se desee regar y el porcentaje de riego para cada planta.

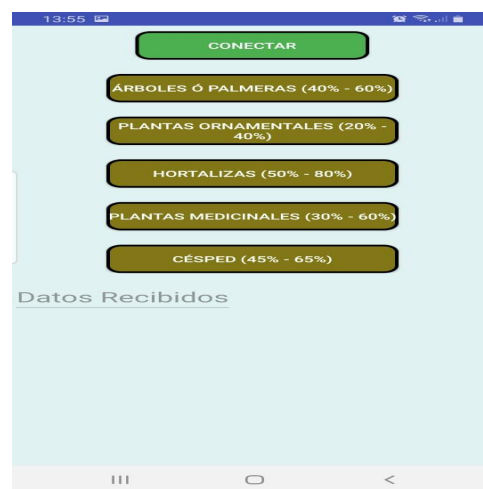


Figura 3.8: Tercera pantalla, primer diseño

Fuente: propia

En la segunda configuración se modificó la pantalla con la finalidad de mostrar a través de imágenes el tipo de planta que se desee regar. Además, se incorporó un botón de emergencia como se observa en la Figura 3.9

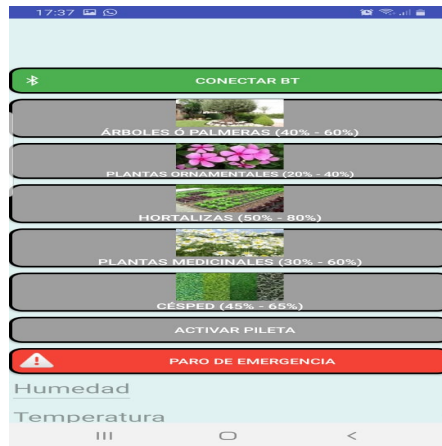


Figura 3.9: Diseño final de la tercera pantalla  
Fuente: propia

### 3.5. Diseño de caja de protección para el circuito

Es importante que el circuito del sistema automático de riego posea la protección adecuada debido a que el mismo se encontrará expuesto a la interperie y a las diversas condiciones climáticas, es por ello que se diseñó una caja en la que se pueda colocar el prototipo.

La protección mencionada se obtiene de una caja de madera revestida de un material aislante, la misma que ofrece un área sólida para que el funcionamiento sea el correcto y no exista la filtración de ningún líquido hacia los componentes electrónicos. En la Figura 3.10 se muestra la caja de protección para el sistema e automatización.



Figura 3.10: Caja de protección para el sistema de automatización  
Fuente: propia

### 3.6. Circuito esquemático de conexión

El circuito esquemático, representa la conexión de todos los componentes conectados en el Arduino Mega desde una vista más técnica. En la Figura 3.11 se ofrece una visualización completa de las respectivas conexiones para el funcionamiento del sistema de riego automático.

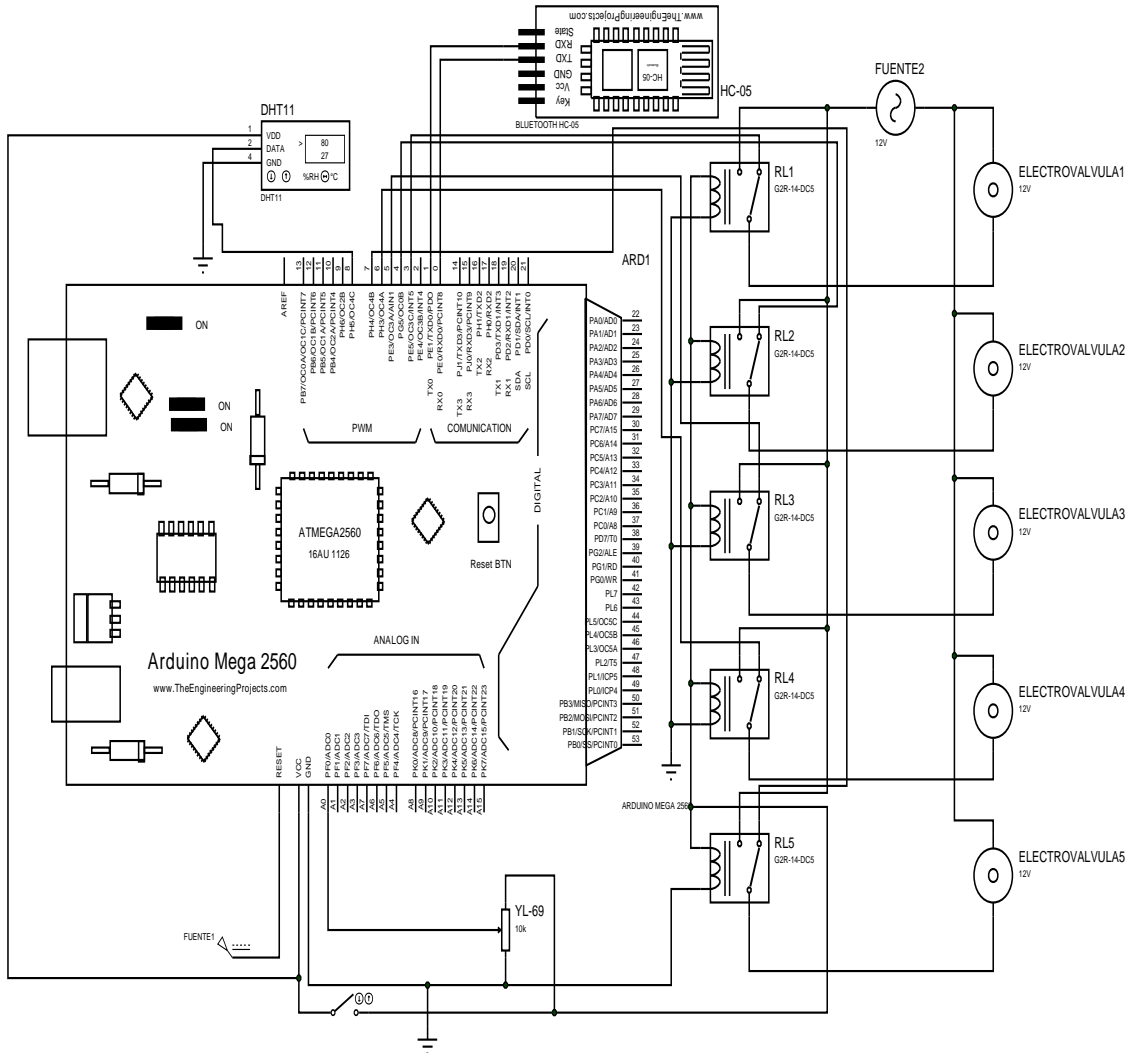


Figura 3.11: Circuito esquemático del sistema  
Fuente: propia

### 3.7. Conexión del circuito y acoplamiento en la caja de protección

Es necesario mantener la protección del microcontrolador Arduino Mega, ya que este es la parte esencial del funcionamiento en conjunto con el módulo Bluetooth. Mencionado lo anterior para protegerlos de las

condiciones climáticas, el polvo y la humedad, se diseñó una caja de protección en donde se colocó el circuito para que sea posible ubicarse en una zona adecuada en la vivienda.

En la caja de protección se encuentra los siguientes componentes:

- Arduino Mega
- Módulo de Bluetooth
- Modulo de relé

En la Figura 3.12 y 3.13 se observa el circuito incorporado dentro de la caja de protección con los actuadores colocados fuera de la caja para las mediciones respectivas de las condiciones del suelo.

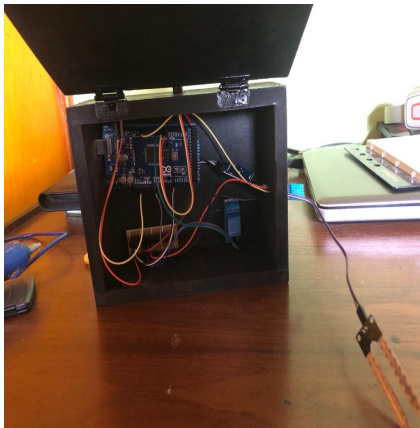


Figura 3.12: Adecuación del circuito electrónico en la caja de protección  
Fuente: propia



Figura 3.13: Circuito electrónico con la caja protección  
Fuente: propia

### 3.8. Adecuación de los componentes en el suelo

Se instaló todos los componentes en el suelo para la adecuación del sistema de riego automático siendo esta la etapa terminal con la cual se comprueba el funcionamiento del sistema automatizado. Además, se realizó la instalación de un sistema de cañerías y aspersores, los cuales tienen la finalidad de conducir el agua para el riego del suelo. Para llevar acabo este proceso de instalación se utilizaron los siguientes componentes:

- Tubería de agua de 1/2 pulgadas
- Aspersores
- Codos de 1/2 pulgada
- Válvulas de presión

En la Figura 3.14 y 3.15 se muestra la instalación del sistema de agua para el riego del suelo.



Figura 3.14: Instalación del sistema de cañerías

Fuente: propia



Figura 3.15: Instalación de las válvulas

Fuente: propia

Luego de obtener la instalación del sistema de agua, se realiza el acoplamiento del sistema electrónico con el sistema de cañerías, con los cuales es posible obtener el funcionamiento del sistema automático de riego, como se observa en las Figuras 3.16, 3.17 y 3.18



Figura 3.16: Instalación del sistema electrónico

Fuente: propia



Figura 3.17: Acoplamiento del sistema electrónico con el sistema de cañerías

Fuente: propia



Figura 3.18: Instalación de los sensores en el suelo  
Fuente: propia

## Capítulo 4

# Análisis de resultados

En este capítulo, se presenta los resultados obtenidos a través de la investigación. Se muestra el funcionamiento adecuado de los diferentes componentes y diseños realizados para el prototipo de automatización.

### 4.1. Simulación de la aplicación en Android Studio

Inicialmente se comprobó el funcionamiento de la aplicación diseñada a través del software utilizado para luego proceder a las pruebas desde un teléfono inteligente. Es por ello que en la Figura 4.1 se presenta la simulación de la primera pantalla que permitirá observar el proceso correcto en que la aplicación debe desplegar las diferentes interfaces.

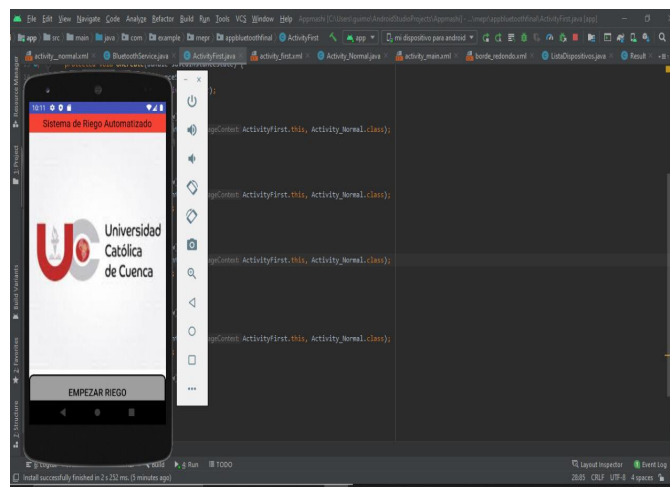


Figura 4.1: Primera interfaz de la aplicación

Fuente: propia

La simulación verifica el funcionamiento de la aplicación y permite conocer la secuencia correcta en el despliegue de las interfaces, al presionar el botón de la primera pantalla se toma la decisión de empezar el riego,

el resultado se observa en la Figura 4.2, esto confirma el funcionamiento adecuado de la aplicación en lo correspondiente al despliegue de las interfaces.

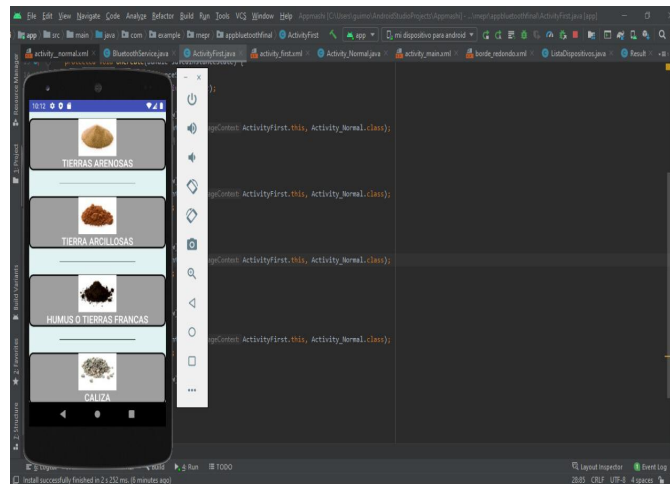


Figura 4.2: Segunda interfaz de la aplicación

Fuente: propia

Luego de tomar una decisión respecto al tipo de suelo en el simulador se despliega la tercera interfaz, confirmando el funcionamiento adecuado de la aplicación, como se observa en la Figura 4.3

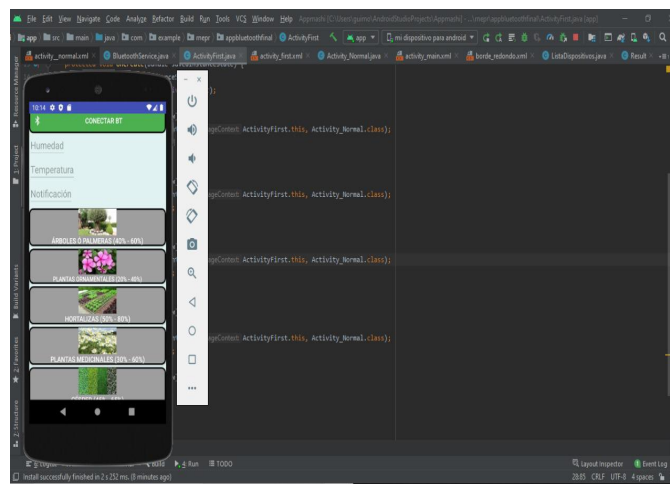


Figura 4.3: Tercera interfaz de la aplicación

Fuente: propia

## 4.2. Lectura de los sensores a través de la aplicación

La aplicación contiene 3 pantallas en las que se seleccionan los tipos de suelo y plantas, los cuales se han diseñado para ofrecer confort a la sociedad en el uso del sistema de riego. En las Figuras 4.4 y 4.5, se muestra la conexión de la aplicación hacia el módulo Bluetooth desde un teléfono inteligente.

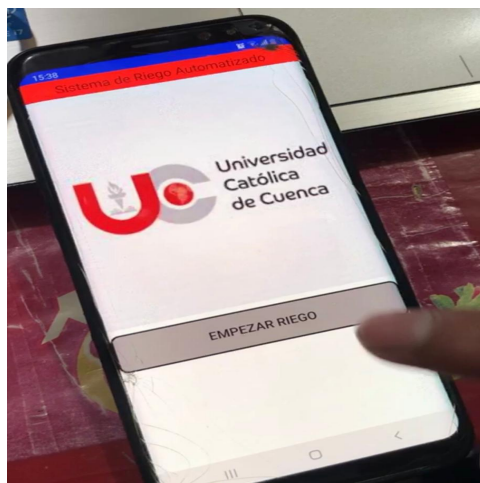


Figura 4.4: Conexión de la aplicación hacia el módulo Bluetooth

Fuente: propia

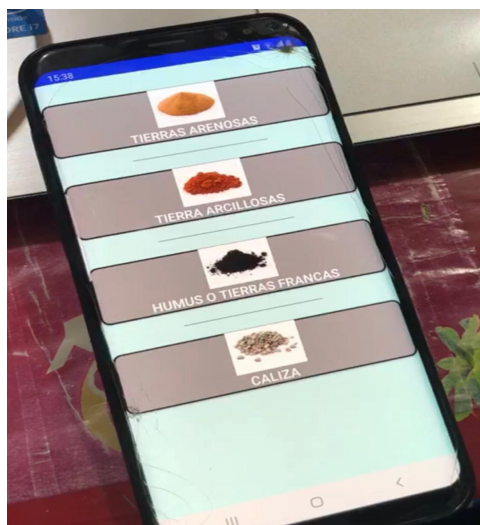


Figura 4.5: Selección del tipo de suelo

Fuente: propia

En la Figura 4.6, se observa que la aplicación diseñada se ha conectado de forma correcta, además es posible visualizar que los sensores están leyendo los datos ya que se muestra en la interfaz la información de los parámetros de temperatura, humedad y notificación, indicando que la hidratación del suelo a llegado al rango de valores que pertenece a lo escogido en la misma.

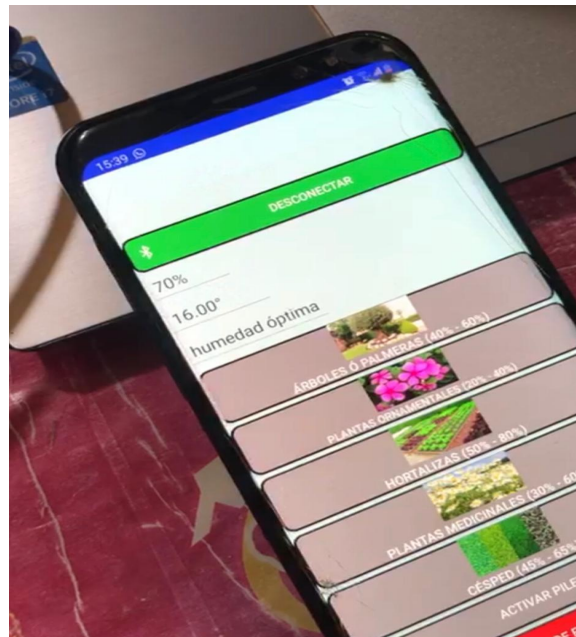


Figura 4.6: Interfaz de selección del tipo de planta e información de lectura de los sensores  
Fuente: propia

Mediante la comprobación del funcionamiento de la aplicación desde un teléfono inteligente, se visualiza que la conexión hacia del módulo Bluetooth es la correcta ya que se logra con éxito tomar la lectura de los sensores que brindan la información sobre las condiciones del suelo.

## Capítulo 5

# Conclusiones

### 5.1. Conclusiones

La revisión del estado del arte permitió obtener los conocimientos necesarios sobre los sistemas de riego automático. Además, esto contribuyó en la elección de los diferentes componentes para el desarrollo del prototipo.

Desarrollar un sistema de riego automático es una oportunidad importante para aquellas personas que tiene algún huerto en casa, este prototipo brinda comodidad a los usuarios, además, de ofertar el control en los costos de servicios como agua y energía ya que optimiza el tiempo y el proceso de riego.

A través del estudio de las características y conceptos más importantes para elaborar este prototipo, se determinó el mejor sistema con la intención de contribuir en la sociedad. Existen puntos que se consideraron importantes para desarrollar el sistema automático y entre ellos se encuentran las necesidades de la sociedad que se ve beneficiada a través de este sistema.

El microcontrolador y la programación del mismo, está considerado como la parte más importante del sistema, ya que a través de este se cumplen todas las predicciones establecidas en los objetivos planteados. La implementación más factible para la comprobación del funcionamiento del sistema se realizó en una huerta como se observó en el desarrollo del capítulo anterior.

Durante los resultados del funcionamiento vistos en la aplicación, la lectura de los sensores que se visualizan en la interfaz son los correctos, en vista que los sensores utilizados son de bajo costo y manteniendo una comparación con los sensores de alta precisión es posible comprobar que el sistema de riego automático se realiza en tiempo real. Mediante el uso de la aplicación y el acceso a la conexión a través del módulo Bluetooth se digitalizan las lecturas tomadas por el sensor de humedad y temperatura en función del tipo de riego que se requiera como se demostró en los resultados.

Mediante el diseño del artículo descriptivo se presenta los resultados de la investigación de forma concreta. Demostrando que el sistema de riego automático permite tener controlado el riego del suelo, disminuyendo el consumo de agua y ofreciendo un producto mejorado de cultivos. El uso de este sistema automático contribuye a la optimización de agua y tiempo para el riego adecuado de los cultivos.

## **5.2. Trabajo futuro**

El sistema de riego automático brinda la posibilidad de mantener el control del riego de acuerdo al tipo de cultivo y suelo mediante sensores y la manipulación del sistema desde un teléfono inteligente con conexión Bluetooth. Los avances tecnológicos se manifiestan cada vez más en la actualidad, es por ello que para trabajos futuros se prevee obtener un sistema de riego modificado mediante la implementación de la monitorización del sistema desde cualquier lugar.

A través de esta implementación se logrará ofrecer al consumidor un control total de los cultivos sin que sea imprescindible encontrarse en el mismo lugar del cultivo. De esta forma se podrá tener el control, la información y monitorización del sistema en tiempo real desde cualquier lugar.

Es posible también en un futuro ofrecer un sistema de riego en el cual se presente el uso de fertilizantes que contribuyan en el desarrollo de los cultivos. Además, se prevee adecuar y ofrecer el prototipo con la intención de mejorar el sistema de agricultura en el país.

# Bibliografía

- [alexander Chulde Quiróz, 2017] Kleber alexander Chulde Quiróz. “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR GOTEO PARCIAL, A CAMPO ABIERTO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DEL RIEGO DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES”. Technical report, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2017.
- [Bravo Stefany; Redondo Maria; Porta Adriana; Vásquez Esteban, 2013] Bravo Stefany; Redondo Maria; Porta Adriana; Vásquez Esteban. Diseño de un prototipo de dispositivo con tecnología bluetooth (D.A.B) para la transferencia de datos - Fase modulo comunicación — Bravo-Pérez — Revista Investigación y Desarrollo en TIC. Technical report, Universidad Simón Bolívar, 2013.
- [Bryan, 2018] Guijarro Alfonso; Cevallos Lorenzo; Preciado Debora; Zambrano Bryan. Sistema de riego automatizado con arduino. Technical report, Revista Espacios, 2018.
- [Cairo and Rodríguez, 2017] P; Cairo and U. Rodríguez. Efectos de la caliza fosfatada sobre la estructura y calidad de vertisoles bajo caña de azúcar. *SciELO*, 44, aug 2017.
- [Calle and Gaibor, 2017] Andrés Calle and John Gaibor. AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO CON MONITOREO LOCAL USANDO UNA TOUCH Y CONTROL REMOTO INALÁMBRICO VIA GSM (ARDUINO OPEN SOURCE) PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO AGRÍCOLA. Technical report, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2017.
- [Castillo, 2014] Javier Castillo. *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE TANQUES ACOPLADOS PARA LA MEDICIÓN Y CONTROL AUTOMATICO DE NIVEL DE LÍQUIDOS*. PhD thesis, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, Loja, 2014.
- [Cuenca Cahuana, 2016] Galo Medardo Cuenca Cahuana. Implementación de un Sistema de Riego Automático y Manual para Optimización de recursos con Adquisición de datos de Sensor de Humedad en Computador. feb 2016.
- [González and Maldonado, 2018] M; González and F Maldonado. MAPA DE ÓRDENES DE SUELOS DEL ECUADOR Memoria Explicativa PRESENTACIÓN. Technical report, 2018.
- [Heredia Fernández and Sánchez Manayalle, 2018] Cesar Fernando Heredia Fernández and Danny Smith Sánchez Manayalle. Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico por goteo automatizado para terrenos de cultivo de espárragos del Fundo Inca Verde en el Sector Pampas La Sandía provincia de Chepén - departamento de La Libertad. *Repositorio Institucional - USS*, 2018.
- [Hidroponia, 2015] Hidroponia. ¿QUÉ ES EL RIEGO TECNIFICADO?, apr 2015.

- [Irvin, 2017] Apaza Darwin; La Torre Irvin. *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 2016*. PhD thesis, dec 2017.
- [José, 2018] Gómez Juan; Rodríguez Daniel; Díaz José. SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO CON FUNCIONES DE MONITOREO PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS BASADO EN EL MÉTODO DE BANDEJA DE DEMANDA (IRRIGATION CONTROL SYSTEM WITH MONITORING FUNCTIONS FOR HYDROPONIC CROPS BASED ON THE DEMAND TRAY METHOD). *Pistas Educativas*, 40(130), nov 2018.
- [Kenji, 2018] Huamán; José Huamán Kenji. DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO TECNIFICADO PARA LAS ÁREAS VERDES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS. Technical report, 2018.
- [Lesano Muñoz, 2018] Amanda Karina Lesano Muñoz. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE DOS PROTOTIPOS BASADOS EN TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS PARA LA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES CARDIACAS EN TIEMPO REAL. Technical report, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2018.
- [Luis del Valle, 2016] Luis del Valle. ESP8266 todo lo que necesitas saber del módulo WiFi para Arduino, 2016.
- [Metroplag, 2018] Metroplag. Cultivo de hortalizas, frutos y verduras - Agromática, 2018.
- [Morell and Tuset, 2018] A; Morell and P Tuset. *Arduino. Sensorización y domotización de sistema de riego*. PhD thesis, 2018.
- [Pachar Bravo, 2018] Hever Patricio Pachar Bravo. Evaluación de tecnologías inalámbricas de comunicación y protocolos de IoT usando LTE. Technical report, UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, Loja, 2018.
- [Quispe Pinto, 2017] Joaquin Quispe Pinto. DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE RIEGO GOTA A GOTA DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA. Technical report, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, La Paz, 2017.
- [Simón Mori, 2018] George Anthony Simón Mori. Implementación, control y monitoreo de un sistema de riego por goteo subterráneo con microcontroladores. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 2018.
- [Torrente Artero, 2013] Óscar Torrente Artero. Arduino Curso Práctico de formación. Technical report, 2013.
- [Torrice Lopez Victor, 2016] Torrice Lopez Victor. *Diseño e implementación de un vehículo a escala controlado remotamente*. PhD thesis, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, Madrid, sep 2016.
- [Vintimilla Peláez, 2013] Cristian Vintimilla Peláez. Uso de materiales para jardines verticales en espacios interiores. 2013.
- [Water, 2014] Un Water. EL CRECIMIENTO INSOSTENIBLE Y LA CRECIENTE DEMANDA MUNDIAL DE AGUA. Technical report, 2014.
- [Xataka, 2018] Xataka. Arduino y Raspberry Pi: qué son y cuáles son sus diferencias, 2018.

# Apéndice A

## Apéndice 1

<b>Penagos Plazas Juan Ricardo - tecmikro</b> Av. 10 de Agosto N34-130 y Rumipamba  Quito RUC: 1711128890001 Telf. 2430352		<b>Marcelo Crespo CI: 030285996-2</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOCUMENTO</th> <th>NÚMERO</th> <th>PÁGINA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presupuesto</td> <td>1 000019</td> <td>1</td> <td>16/07/2020</td> </tr> </tbody> </table>		DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA	Presupuesto	1 000019	1	16/07/2020
DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA										
Presupuesto	1 000019	1	16/07/2020										
0													
RUC		AGENTE		FORMA DE PAGO									
ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL							
	Arduino Mega 2560 + cable USB	1,00	15,1786	15,18		15,18							
	Módulo Bluetooth	1,00	5,9821	5,98		5,98							
	Módulo de 6 reles (tenemos de 8 reles)	1,00	9,3750	9,38		9,38							
	electro válvulas para agua de 12v	2,00	8,8839	17,77		17,77							
	Sensor DHT11 de humedad y temperatura	1,00	2,2321	2,23		2,23							
	Envío Servientrega a Cañar	1,00	5,8929	5,89		5,89							
TARIFA	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.V.A.	R.E.					
12,00%	56,43					56,43	6,77						
0,00%													
OBSERVACIONES:						<b>TOTAL:</b>	<b>63,20</b>						

Figura A.1: Presupuesto del prototipo

Fuente: Propia

# Tesis - Marcelo Crespo Rev4

*por* Marcelo Crespo

---

**Fecha de entrega:** 03-ago-2020 09:07a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1365510816

**Nombre del archivo:** C4\_Tesis\_Crespo\_Adrian.pdf (6.41M)

**Total de palabras:** 8933

**Total de caracteres:** 48837

# Tesis - Marcelo Crespo Rev4

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

8%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE  
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

2%

★ [dspace.esPOCH.edu.ec](https://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Yo, **ADRIAN MARCELO CRESPO SANTANDER**, portador (a) de la cédula de ciudadanía Nro. 0302859962. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO PARA JARDINES O CULTIVOS DOMÉSTICOS**" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de Los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 19 de agosto de 2020



F:

Adrián Marcelo Crespo Santander  
0302859962

## El Bibliotecario de la Sede Azogues

### CERTIFICA:

Que: **CRESPO SANTANDER ADRIÁN MARCELO**, con cédula de ciudadanía Nro. **0302589922**, de la Carrera de: **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

No adeuda libros, a esta fecha: **19 de agosto del 2020.**



Byron Alonso Torres Romo  
**Bibliotecario**

Biblioteca Universitaria  
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"