

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFOMÁTICA**



**“RIEGO AUTOMATIZADO EMPLEANDO TECNOLOGÍA
ARDUINO PARA DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN
ÁREAS DE CULTIVO. CASERÍO SACUAYOC-YUNGAY. 2018”**

**TESIS GUIADA
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTOR

Bach. GREGORIO MANUEL, CHÁVEZ CANCHA

ASESOR

Ing. LUIS RUPERTO, ALVARADO CÁCERES

HUARAZ-PERÚ

2018

**PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL
MODALIDAD TESIS GUIADA 2018**

Nº Registro: T051

DEDICATORIAS

*A mi querida Madre Justina Cancha y
mi Padre Manuel Chávez
por ser el pilar más importante y
por demostrarme su cariño y apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el centro de mi existencia y por darme lo mejor de esta vida.

A mis Padres por su apoyo incondicional durante mi formación académica, este logro es por ellos.

A mis hermanos por su cariño, comprensión y apoyo en mi realización personal y profesional.

A mi asesor de la tesis, Ing° Luis Ruperto Alvarado Cáceres, por su guía indispensable, sus lineamientos hacia un próspero desarrollo de tesis. Y a los docentes que me brindaron su asesoría, por impartir sus conocimientos y experiencias durante la elaboración y el desarrollo de mi tesis.

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática por haber sido parte de esta gran familia, por haber recibido la formación académica y profesional durante toda mi experiencia de pregrado.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Se presenta la Tesis titulada: “Riego automatizado empleando tecnología Arduino para distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018”; realizada de conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos vigente, para obtener el título profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática.

El informe de investigación está conformado por nueve capítulos: en el primer capítulo I, la realidad problemática del tema. En el capítulo II se desarrolló los antecedentes, teorías que sustentan el trabajado. En el capítulo III, los materiales, métodos, técnicas, procedimientos. En el capítulo IV, el análisis de la situación actual, identificación y descripción de requerimientos, diagnóstico de la situación actual. Capítulo V, arquitectura tecnológica de la solución, diseño de estructura de la solución, diseño de la funcionalidad de la solución, diseño de la interfaz de la solución, Capítulo VI, construcción, pruebas. Capítulo VII, monitoreo y evaluación de la solución, Bitácora y puesta a punto. Capítulo VIII, resultados. Capítulo IX, discusión de resultados. Se incluye conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y anexo correspondiente.

Se espera, que esta investigación concuerde con las exigencias establecidas por nuestra Universidad y merezca su aprobación.

El autor

HOJA DE VISTO BUENO

Ing° Elizabeth Gladys Arias Lazarte
Presidente
Reg. C.I.P. N° 43138

Ing° Esteban Julio Medina Rafaile
Secretario
Reg. C.I.P. N° 88145

Ing° Luis Ruperto Alvarado Cáceres
Vocal
Reg. C.I.P. N° 116530

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito plantear una solución para resolver el problema de falta de riego automatizado para la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo del Caserío Sacuayoc-Yungay. Para tal fin se utilizó la metodología hardware libre, para la recolección de la información necesaria se aplicó la encuesta a usuarios directamente beneficiados, la técnica del análisis documental (ficha técnica), y entrevista a especialistas en temas de hídricos.

Como propuesta se presenta un diseño de prototipo con tecnología Arduino para riego automatizado para la buena distribución del recurso hídrico.

Palabras claves: Riego automatizado, tecnología Arduino, recurso hídrico

ABSTRACT

The present investigation had as purpose to propose a solution to solve the problem of lack of automated irrigation for the good distribution of the hydric resource in areas of culture of the Caserío Sacuayoc-Yungay. To this end, the hardware methodology was used, in order to collect the necessary information, the survey was applied to directly benefited users, the documentary analysis technique (technical data sheet), and interviews with specialists in water issues.

As a proposal, a prototype with Arduino technology is presented for automated irrigation for the good distribution of water resources.

Key words: Automated irrigation, Arduino technology, water resource

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
HOJA DE VISTO BUENO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Enunciado del problema	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Hipótesis	3
1.5. Justificación	4
1.5.1. Justificación económica	4
1.5.2. Justificación Técnica	4
1.5.3. Justificación Operativa	4

1.5.4. Justificación Legal.....	5
1.5.5. Justificación Social.....	5
1.6. Delimitación.....	6
1.7. Descripción y sustentación de la solución	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. Internacionales.....	8
2.1.2. Nacionales	10
2.2. Teorías que sustentan el trabajo.....	12
2.2.1. Sistema de riego	13
2.2.2. Riego por goteo	14
2.2.3. Riego por aspersión	14
2.2.4. Tecnificación de procesos de riego	15
2.2.5. Automatización	15
2.2.6. Arduino.....	16
2.2.7. Tecnología Arduino.....	17
2.2.8. Descripción de la tecnología Arduino uno R3	18
2.2.9. Descripción de la placa Arduino mega 2560.....	21
2.2.10. Señales digitales y señales analógicas	22
2.2.11. Componentes a trabajar con tecnología Arduino	23

2.2.12. Electrónica	29
2.2.13. Recursos hídricos nacionales	30
2.2.14. Políticas de los recursos hídricos en el Perú	31
2.2.15. Marco regulador de la distribución de recursos hídricos	32
2.3. Definición de términos	33
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	36
3.1. Materiales	36
3.1.1. Instrumental usado	36
3.1.2. Población y muestra	37
3.2. Métodos	39
3.2.1. Tipo de investigación	39
3.2.2. Definición de variables	39
3.2.3. Operacionalización de variables	40
3.2.4. Diseño de la investigación	41
3.3. Técnicas	42
3.3.1. Instrumentos de medición y recolección de datos	42
3.4. Procedimiento	43
CAPITULO IV: ANÁLISIS	44
4.1. Análisis de la situación actual	44
4.1.1. Análisis hídrico	46

4.1.2. Análisis de suelos	47
4.1.3. Evaluación de la capacidad instalada	48
4.1.4. Análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).....	49
4.2. Análisis técnico.....	50
4.3.1. Identificación de procesos	53
4.3.2. Requerimientos.....	53
4.4. Diagnóstico de la situación actual	56
4.4.1. Informe de diagnostico	56
4.4.2. Medidas de Mejoramiento.....	57
CAPITULO V: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	58
5.1. Arquitectura tecnológica de la solución.....	58
5.2. Diseño de estructura de solución	60
5.2.1. Proceso de conceptualización de proyectos	60
5.2.2. Procesos de administración de proyectos de Hardware Libre (HL).....	62
5.2.3. Procesos de desarrollo de proyecto en Hardware Libre (HL).....	64
5.3. Diseño de la funcionalidad de la solución	66
5.3.1. Proceso de conceptualización.....	67
5.3.2. Proceso de administración.....	68
5.3.3. Proceso de desarrollo.....	68
5.4. Diseño de la interfaz de la solución	70

5.4.1. Estándar de interfaz	70
CAPITULO VI: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	71
6.1. Construcción	71
6.1.1. Especificación de construcción	71
6.2. Pruebas.....	81
CAPITULO VII: IMPLEMENTACIÓN	84
7.1. Monitoreo y evaluación de la solución	84
7.1.1. Monitoreo	84
7.2. Bitácora y puesta a punto.....	86
CAPITULO VIII: RESULTADOS	87
CAPITULO IX: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	106
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
ANEXOS	120

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Páginas
Cuadro 1 Descripción tecnología Arduino.....	22
Cuadro 2 Laboratorios.....	36
Cuadro 3 Software.....	37
Cuadro 4 Recursos computacionales	37
Cuadro 5 Operacionalización de variables.....	40
Cuadro 6 Análisis FODA	49
Cuadro 7 Leguaje de programación	50
Cuadro 8 Modelos de tecnología Arduino	51
Cuadro 9 Medidas de mejoramiento con Matriz FODA.....	57
Cuadro 10 Lenguaje de programación	71
Cuadro 11 Librerías Arduino	72
Cuadro 12 Especificaciones de alcance, análisis, reflexión sobre problemas y soluciones.....	73
Cuadro 13 Descripción del dispositivo a desarrollar	74
Cuadro 14 Administración técnica del proyecto.....	74
Cuadro 15 Especificación de hardware estático.....	75
Cuadro 16 Integración.....	79
Cuadro 17 Integración del software en el hardware.....	80
Cuadro 18 Verificación y Simulación.....	80
Cuadro 19 Prueba del prototipo de riego automatizado.....	82
Cuadro 20 Liberación del hardware y software	82

Cuadro 21 Prueba de chi – cuadrado.....	87
Cuadro 22 Género de usuarios beneficiarios del riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.....	89
Cuadro 23 Grado de instrucción de beneficiarios de riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.....	89
Cuadro 24 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 01.....	90
Cuadro 25 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 02.....	90
Cuadro 26 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 03.....	91
Cuadro 27 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 04.....	91
Cuadro 28 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 05.....	92
Cuadro 29 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 06.....	93
Cuadro 30 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 07.....	93
Cuadro 31 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 08.....	94
Cuadro 32 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 09.....	94
Cuadro 33 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 10.....	95
Cuadro 34 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 11.....	95
Cuadro 35 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 12.....	96
Cuadro 36 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 13.....	97
Cuadro 37 Resultados cuantitativos de la pregunta N° 14.....	97
Cuadro 38 Índice de gasto del agua	105
Cuadro 39 Matriz de consistencia.....	121
Cuadro 40 Edad de usuarios beneficiarios del riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.....	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Páginas
Gráfico 1 Tecnología Arduino uno R3	18
Gráfico 2 Arduino mega 2560.....	21
Gráfico 3 Pantalla Lcd para Arduino 16x2	23
Gráfico 4 Rtc ds1307 modulo para Arduino	25
Gráfico 5 Relé 2 canales 5v Arduino	26
Gráfico 6 Modulo lector de tarjeta Sd Arduino	27
Gráfico 7 Micro controladores	28
Gráfico 8 Electroválvula	29
Gráfico 9 Diseño general de Investigación	41
Gráfico 10 El proceso de desarrollo de Hardware Libre.....	42
Gráfico 11 Arquitectura tecnológica Arduino.....	58
Gráfico 12 Área de cultivo caserío Sacuayoc - Yungay	59
Gráfico 13 Proceso detallado de conceptualización.....	62
Gráfico 14 Proceso de administración procesos de desarrollo de hardware libre.....	63
Gráfico 15 Proceso de Desarrollo de Proyectos en Hardware Libre	64
Gráfico 16 Especificación de Hardware Estático.....	65
Gráfico 17 Programación de dispositivos	66
Gráfico 18 Desarrollo de circuitos	66
Gráfico 19 Estándar de solución del prototipo de riego automatizado	70
Gráfico 20 Simulación efectuada en el control de riego	81
Gráfico 21 Área de cultivo del Caserío de Sacuayoc.....	83

Gráfico 22 Diagrama de flujo de procesos de riego.....	100
Gráfico 23 Casos de uso (Usuario de riego)	101
Gráfico 24 Esquema de delineamiento de prototipo electrónico junto a tecnología Arduino	102
Gráfico 25 Código fuente al riego automatizado	103
Gráfico 26 Comprobación de la funcionalidad	103
Gráfico 27 Programación de hora y fecha actualizada.....	104
Gráfico 28 Programación hora de inicio de riego	104
Gráfico 29 Programación hora fin de riego.....	105

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Realidad problemática

La vulnerabilidad del agro a las variaciones hidroclimáticas se acentúa aún más por la escasa y deficiente infraestructura de riego, que determina que las grandes extensiones de tierras no sean empleadas en su real aptitud de uso y no respondan a su verdadera capacidad de producción. Lo anterior está siendo enfrentado con la ejecución del proyecto de irrigación, y de esta manera mejore el rendimiento de mil hectáreas nuevas y mejore el riego de 27,8 mil has.

La provincia de Yungay es una de las veinte que conforman el departamento de Ancash en el Perú, dividida en 8 distritos siendo uno de ellos el Distrito de Matacoto que se encuentra bajo la administración del Gobierno Regional de Áncash, dividida en 31 sectores o caseríos, según los reportes del Censo XI de población y VI de vivienda, realizado en el año 2007 por el INEI, se tiene que la población para el año 2007 era de 889 habitantes distribuidas en 300 viviendas; esta población crece a una tasa intercensal de 3.72% del distrito de Matacoto, y para el presente año 2017 se tiene una población de 2135 habitantes dedicados a la agricultura, distribuidas en 712 viviendas.

La actividad agrícola constituye su principal actividad económica generadora de ingresos, sin embargo dicha actividad no les genera un margen de contribución

atractivo, ya que sus estructuras de costos es sumamente elevado y la oferta transable al mercado es limitado, lográndose de esta manera apenas una relación de equilibrio o en muchos casos resultados negativos, debido principalmente a los bajos niveles de rendimiento por hectárea, sumándose a ello el desaprovechamiento de las áreas agrícolas y por consiguiente se tiene un reducido frontera agrícola y limitado excedente de producción para la comercialización, ya que el riego hasta el año 2017 era solo por secano y limitado en algunos sectores que cuentan con riego, pues debido al estado deteriorado del canal que transporta agua de riego óptimamente, solo conduce el 45% de lo captado de solo 0.3 lps. Situación que les mantiene a los productores en un nivel de pobreza extrema, pese a que, acumulados por todas las fuentes, cuentan con 0.50 lts/seg de agua apto y apropiado para la irrigación de campos de cultivos, recurso que en la actualidad no son aprovechadas por una escasa o nula oferta del sistema de riego, dicho fuente del líquido elemento, es decir las aguas captadas de la quebrada Rurec.

Motivos por la cual viene a travesando problemas de déficit de agua para riego en los meses de estiaje y a la falta de una adecuada infraestructura de riego por lo que se ejerce una agricultura mayormente en secano esto a pesar que en el 2017 se implementó un sistema de riego tecnificado el cual no es suficiente para la distribución eficiente del recurso hídrico. En una agricultura en secano el abastecimiento de agua para los cultivos depende del régimen de lluvias y en muchos casos los cultivos no completan su desarrollo fenológico o es interrumpido debido a que el régimen de lluvias es irregular y no es posible realizar el riego complementario, a lo que se debe los bajos rendimientos, entre otros factores como: el desconocimiento en la aplicación de una adecuada tecnología, falta de asistencia, entre otros.

1.2. Enunciado del problema

¿La falta de riego automatizado empleando tecnología Arduino, impide la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Emplear el riego automatizado con tecnología Arduino para la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018

1.3.2. Objetivos Específicos

- a. Desarrollar el análisis y diagnóstico de la distribución del recurso hídrico en el caserío Sacuayoc.
- b. Delinear el prototipo con tecnología Arduino para el riego automatizado.
- c. Desarrollar el código fuente para riego automatizado empleando tecnología Arduino para la buena distribución de recurso hídrico en área de cultivo del caserío Sacuayoc.

1.4. Hipótesis

El uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación económica

Este proyecto de investigación se justifica económicamente ya que el presupuesto para su desarrollo no es muy elevado lo que hace que sea un monto que financiaran el gobierno local y el tesista, ya que el riego automatizado es muy importante para el control y la buena distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay y de esta manera contribuir en el desarrollo de la población en cuanto a la mejora de sus producciones y por ende mejor ingreso económico.

1.5.2. Justificación Técnica

El riego automatizado empleando tecnología Arduino para distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018, permitirá el buen control y distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo y por ende la producción mejore notablemente, ya que actualmente la producción agrícola en las zonas rurales es deficiente.

1.5.3. Justificación Operativa

El Riego automatizado empleando tecnología Arduino Brindará un mejor control y distribución del recurso hídrico que el sistema de riego por goteo que actualmente está en proceso de implementación y su posterior ampliación en la parte presupuestal por parte del gobierno local para su automatización en el Caserío de Sacuayoc, Yungay y

de esta manera optimizar el tiempo de trabajo por parte del personal y contribuir en el cuidado del líquido elemento el agua y también una buena distribución en cuanto a tiempo y cantidad que requiere cada parcela de cultivo para su mejor producción, en la cual se tiene

1.5.4. Justificación Legal

El desarrollo de un sistema de control para riego tecnificado es justificado legalmente ya que la ley N° 28588 en su artículo 12 ley que creo el programa de riegos tecnificado que promociona el sistema de riego progresivo en el sector agrícola y que nos hace referencia que el único responsable de la distribución eficiente del agua en el sistema de riego es un especialista en el caso.

1.5.5. Justificación Social

El presente proyecto se justifica socialmente porque el riego automatizado permitirá la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc, el cual mejorará el agro y por ende la productividad y aprovechamiento de las tierras, mejora el ingreso economía de los beneficiarios y la calidad y estilo de vida por medio del ahorro de tiempo empleado en el regadío de las parcelas y de esta manera evitar el desperdicio innecesario del líquido vital.

1.6. Delimitación

Las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo son especialmente en el alcance del proyecto, en la geografía y en capacidad tecnológica existente, tal como se describe a continuación:

- El estudio abarca a todo el caserío de Sacuayoc del distrito de Matacoto - Yungay, conformado por varios sectores con diferentes culturas y actividades, por lo que la información a tratar es amplia.
- El proyecto abarca solamente a los usuarios de regadío del caserío de Sacuayoc, por lo que la información a recopilar tuvo que ser especializada y específica.
- Falta de información y proyectos con acceso público referente al tema en estudio, y falta de colaboración de los empleados públicos y de beneficiarios carentes de compromiso con el proceso.

1.7. Descripción y sustentación de la solución

Tal como se indicó en la realidad problemática, en el caserío de Sacuayoc del Distrito de Matacoto – Yungay, el sector agricultura no cuenta con riego automatizado que permita la buena distribución y control del recurso hídrico.

Por ende, esta tesis se justifica por la importancia de la tecnología y la inclusión de esta como una medida de solución a escases del recurso hídrico en el sector de estudio, con la finalidad de una mejor distribución y control del agua en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc.

Del anterior se deriva que la solución de esta investigación será el riego automatizado haciendo uso de la tecnología Arduino que posibilite el control y la buena distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc del distrito de Matacoto – Yungay.

En conclusión, la solución final será emplear el riego automatizado mediante tecnología Arduino que permita la buena distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo , por lo tanto genere una mejor productividad de las áreas de cultivo y de esta manera mejore el ingreso económico de los beneficiarios a largo plazo.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

El presente capítulo hace una breve mención de los conceptos íntimamente vinculados con el proyecto. Comprende los antecedentes, teorías que sustentan el trabajo y definición de términos.

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

(William, 2016), en su tesis “Diseño e Implementación de Sistema de riego automatizado y controlado por una placa Arduino para la finca “la lucia””, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López"-Ecuador; cuyo aporte fue: El Proyecto desarrollado logra automatizar el sistema de riego, solventando las distintas necesidades y requerimientos del mismo, En la realización de los prototipos de prueba confirma el buen uso del control de riego en el área de sembrío, lo que influye de manera positiva en la eficiencia y productividad de los cultivos, terrenos y sembríos aledaños y Una vez se implementó y probó la automatización en el control de riego se confirmó la eficiente distribución del agua destinada al riego de los sembríos en horas adecuadas y oportunas de acuerdo a cada tipo.

(Juan & Felipe, 2013). En su Tesis “Diseño e Implementación de un Sistema de Riego automatizado y Controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector

popular de balerio estación”, Universidad Politécnica Salesiana sede Huayaquil-Ecuador, cuyo objetivo fue Desarrollar un proyecto técnico, en el que se cree el diseño de un sistema de Riego automático tecnificado y refleje también la descripción de los procesos de la irrigación del terreno agrícola; concluyo que Con los resultados obtenidos en las pruebas de este sistema de riego se puede comprobar que éste funciona en tiempo real ya que el intervalo en el envío y recepción de los mensajes está en función del tiempo esperado que es aproximadamente 45 segundos, Los sensores de humedad funcionaron de manera aceptable, entregando los valores muy aproximados a los que normalmente entregan los sensores de alta precisión y se determina que la utilización de mensajería SMS resulta eficiente para paquetes de datos pequeños o para aplicaciones de control al llevar un comando en un mensaje de texto.

(César, 2013). En su Tesis “Diseño e Implementación de un prototipo de red inalámbrica tipo mesh, para el monitoreo y control de riegos en una amplia gama de sectores y cultivos (agrícola o florícola) del cantón Pujilí-Barrio Danzapamba”, Escuela Politécnica del Ejercito – Ecuador, Aporta que: Se logró determinar las principales ventajas, desventajas y campo de aplicación del uso de la tecnología ZigBee ante las demás tecnologías como Bluetooth y Wi-fi, lo cual reduce costos de operación, instalación y mantenimiento - Al utilizar la topología mesh se logró que los módulos XBee Pro S2B generen automáticamente la red entre ellos, sin intervención humana alguna, permitiendo así la reparación de la red en caso de que algún nodo falle. Al mismo tiempo la red por sí sola resuelve la mejor ruta para acceder a un punto remoto, utilizando o no un módulo intermedio (router) - Se ha diseñado un sistema capaz de obtener medidas de los parámetros de temperatura y humedad del suelo a

partir de sensores, creando un sistema de medición en tiempo real de los parámetros anteriormente mencionados, para controlarlos de forma automática o manual desde la interfaz HMI propia o desde la web.

(Mauro, 2015), en su Estudio “Sistema electrónico para el monitoreo y control de cultivos utilizando tecnología inalámbrica en la comunidad La Unión del cantón Quero mediante software libre”, Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, Cuyo objetivo fue Implementar un prototipo de un sistema electrónico para el monitoreo y control de cultivos mediante la tecnología inalámbrica en la comunidad La Unión del cantón Quero mediante software libre; cuyo aporte fue: que los sensores con mejores características para la implementación son los SHT25 que poseen mejor calibración y rangos de error mínimos permitiendo brindar mayor seguridad al sistema y El software desarrollado es compatible con el radio enlace, por lo tanto el usuario puede tener un monitoreo y control remoto de los eventos en el interior y exterior del invernadero.

2.1.2. Nacionales

(Héctor & William, 2015), en su Tesis “Diseño e Implementación de un Sistema de Riego Automatizado y Controlado de forma Inalámbrica para el caserío Pueblo Libre – Canchaque”, Universidad Nacional de Piura-Perú, cuyo objetivo fue Desarrollar un proyecto técnico, en el que se cree el diseño de un sistema de Riego Automático Tecnificado para el cultivo del fruto de la maracuyá y refleje también la descripción de los procesos de la irrigación del terreno agrícola; concluyo que Los sensores de humedad funcionaron de manera aceptable, entregando los valores muy aproximados

a los que normalmente entregan los sensores de alta precisión y Con el software MICROCODE que se utilizó para la programación del micro PIC 16F877A es factible optimizar las subrutinas de comunicación serial que se emplea en el control de los dispositivos.

(Abio, 2014), en su tesis “Diseño de un Sistema Automatizado para riego por goteo para la palta Hass”, Pontífice Universidad Católica del Perú, Cuyo aporte fue: Se logra realizar la comunicación serial del sistema, a una velocidad de transmisión de 9600 baudios, con un computador personal de propósito general, utilizando como interfaz con el usuario una pantalla de visualización y algunos indicadores que proporcionan la información necesaria del sistema de riego. Esto desarrollado con el programa Labview y Se realizó una visita técnica en el lugar donde se implementará este diseño de riego automatizado y se validó los requisitos necesarios para el adecuado funcionamiento del sistema, tales como: capacidad del reservorio, dimensiones de la parcela, la calidad del suelo e instalación de red eléctrica del lugar.

(Ediebraham & Ilven, 2015). En su tesis “Diseño de Automatización para Riego Tecnificado y su Interfaz en un Scada para el Fundo de F&F Servicios Asociados SAC”, Universidad Nacional de Piura, cuyo objetivo fue Diseñar un sistema automatizado que sea capaz de controlar, supervisar y monitorizar el riego tecnificado en un campo de cultivo y permitir enviar los datos hacia un SCADA para gestionar el proceso desde un panel de control; concluyo que proyecto es viable y realizable ya que se han detallado y diseñado todos los componentes para una posible implementación, Con el uso de software de simulación como Proteus - se logra tener una perspectiva

previa completa del proyecto, esto es muy importante para considerar materiales y tiempos de implementación - Una vez al año desmontado y verificado el correcto funcionamiento de las válvulas. Se verifico sus empaquetaduras y su cierre correcto. Así no presentara pérdidas de agua.

(José, 2009). En su tesis “Diseño de un Sistema de riego por goteo controlado y automatizado para uva italia” en la Pontífice Universidad Católica del Perú, cuyo objetivo fue Diseñar y simular un sistema de riego de control automatizado mediante la técnica de riego por goteo para cultivos de uva Italia en un tramo recto de 100 metros de longitud, utilizando elementos mecánicos, eléctricos e informáticos; concluyo que se lograron obtener mediciones de la variable de proceso (humedad) mediante la simulación del sensor del sistema para realizar pruebas en laboratorio y Se logra realizar con éxito la comunicación serial del sistema con un computador personal de propósito general utilizando como interfaz con el usuario una pantalla de visualización del proceso desarrollada en Labview.

2.2. Teorías que sustentan el trabajo

En esta parte se mencionan algunas teorías que sustentan este trabajo de investigación, por lo que se constituirá como un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

2.2.1. Sistema de riego

Los sistemas de riego ofrecen una serie de ventajas que posibilitan racionalizar el agua disponible. Cualquier sistema de riego debe someterse a un estudio previo para determinar si es el más idóneo, tomando en consideración desde el tipo de vegetación, hasta la forma de distribuir el agua para obtener el mejor rendimiento. Los instrumentos de control de riego: programadores, higrómetros, detectores de lluvia, entre otros, deben distribuirse en función de la geografía, las capacidades hídricas del suelo y las plantaciones. (García & Briones (2009).

Así mismo expresan (García & Briones, 2009) que existen muchos y variados sistemas de riego, los cuales se encuentran en permanente revisión, ya que se trata de una tecnología joven que se ha ido desarrollando al mismo tiempo que ha avanzado la sociedad del bienestar. Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para mantenerlas.

Las redes de riego se componen de varios tramos de canalizaciones:

- ✓ **Primario.** Va desde el contador hasta las puntas de consumo. Se compone de: bocas de riego, válvulas, electroválvulas y llaves de estaciones.
- ✓ **Secundario.** Entre las válvulas, electroválvulas y los mecanismos de distribución del agua: aspersores, difusores y goteros.

- ✓ **Distribuidores de agua.** Elementos destinados a distribuir el agua de acuerdo con una pluviometría predeterminada: aspersores, difusores, bocas de riego, goteros, etc.

2.2.2. Riego por goteo

El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de «riego gota a gota», es un método de regadío utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros), que incrementan la productividad y el rendimiento por unidad de superficie. Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930. (Blass, 2012).

2.2.3. Riego por aspersión

De acuerdo a (García & Briones, 2009) el riego por aspersión Es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar.

El objetivo de un apropiado manejo de la irrigación es el de maximizar las eficiencias y minimizar los requerimientos de mano de obra y capital para un sistema de riego tanto como sea posible; y, al mismo tiempo mantener un medio ambiente favorable para el crecimiento de la planta en orden de maximizar el rendimiento del cultivo (Garcia & Briones, 2009).

Este método, de uso general, se aplica sobre grandes superficies lanzando un gran volumen de agua controlada y uniforme en forma de lluvia. Por lo general, actúa cubriendo toda el área y es muy adecuado para automatizar la operación. Según (Agudelo, 2005).

2.2.4. Tecnificación de procesos de riego

La tecnificación del riego es la solución a las problemáticas que se suscitan por la falta del líquido vital agua, para tener mejores rendimientos en la producción agrícola por unidad de agua que se es consumida. Esto obtendrá mejores resultados, condiciones ecológicas. Destinar al cultivo el agua que requiere en cantidad, calidad y oportunidad para optimizar la producción agrícola de los sembríos, es la oportunidad para obtener mejores resultados en calidad y cantidad.

2.2.5. Automatización

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende

la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales (Toapanta, 2012).

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material (Ponsa & Granollers, 2011).

2.2.6. Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como trabajo, hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos (Evans, 2010). El micro controlador de la placa se programa usando el Arduino Programming Lenguaje (basado en Wiring1) y

el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador, las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse pre ensambladas.

2.2.7. Tecnología Arduino

Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de un ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de computación física (physical computing) de código abierto, basada en una placa con un sencillo micro controlador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa (Pomares, 2009).

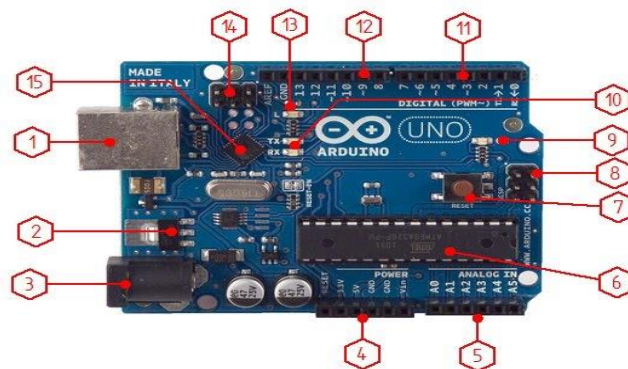
Características de la tecnología Arduino

Las tecnologías han ido evolucionando como su software, al inicio las primeras placas utilizaban un chip FTDI “FT232RL” para comunicarse por puerto USB al computador y un procesador para ser programado, luego se utilizó un microcontrolador especial para cumplir esta función como en el caso de Arduino “uno”, que tenían un micro para ser programado y otro para la comunicación, en la actualidad se usa un único microcontrolador que se compromete en llevar a cabo la comunicación y sobre el que también se descargan las instrucciones a ejecutar (Arduino, 2011).

2.2.8. Descripción de la tecnología Arduino uno R3

La tecnología Arduino uno contiene diferentes componentes esenciales, para el funcionamiento de esta con distintos componentes, detallados en la Gráfico 1.

Gráfico 1
Tecnología Arduino uno R3



Fuente: (Patagoniatec, 2015)

1. Conector USB

Proporciona la comunicación para la programación y la toma de datos, también provee una fuente de 5v para alimentar el Arduino, pero de baja corriente por lo que no sirve para alimentar motores de gran potencia.

2. Regulador de voltaje de 5v

Se encarga de convertir el voltaje ingresado por el plug 3, en un voltaje de 5v regulado necesario para el funcionamiento de la placa y para alimentar circuitos externos.

3. Plug de conexión para fuente de alimentación externa

Es el voltaje que se suministra que debe ser directo y estar entre 6v y 18v o hasta generalmente 20v, se debe tener cuidado de que el terminal del centro de

plug quede conectado a positivo ya que algunos adaptadores traen la opción de intercambiar la polaridad de los cables.

4. Puertos de conexión

Es constituido por 6 pines de conexión con las funciones de RESET que permite resetear el micro controlador al enviarle un cero lógico. Pin 3.3V provee de una fuente de 3.3VDC para conectar dispositivos externos como en la protoboard por ejemplo. Pin 5V es una fuente de 5VDC para conectar dispositivos externos

5. Puertos de entradas análogas

Lugar donde se conectan las salidas de los sensores análogos. Estos pines solo funcionan como entradas recibiendo voltajes entre cero y cinco voltios directos.

6. Micro controlador atmega 328

Implementado con los Arduino uno y Arduino Mega en la versión SMD del Arduino no R2, se usa el mismo micro controlador, pero en montaje superficial, en este caso las únicas ventajas son la reducción del peso y ganar un poco de espacio.

7. Botón reset

Permite resetear el micro controlador haciendo que reinicie el programa.

8. Pines de programación icsp

Son usados para programar micro controladores en protoboard o sobre circuitos impresos sin tener que retirarlos de su sitio.

9. Led ON

Enciende cuando el Arduino está conectado o encendido con el voltaje correcto.

10. Leds de recepción y transmisión

Se encienden cuando la tarjeta se comunica con el PC. El Tx indica transmisión de datos y el Rx recepción.

11. Puertos de conexiones de pines de entradas o salidas digitales

La configuración como entrada o salida debe ser incluida en el programa. Cuando se usa la terminal serial es conveniente no utilizar los pines cero (Rx) y uno (Tx). Los pines 3, 5 y 6 están precedidos por el símbolo ~, lo que indica que permiten su uso como salidas controladas por ancho de pulso PWM.

12. Puerto de conexiones 5 entradas o salidas

Las salidas 9, 10 y 11 permiten control por ancho de pulso; la salida 13 es un poco diferente pues tiene conectada una resistencia en serie, lo que permite conectar un led directamente entre ella y tierra. Finalmente hay una salida a tierra GND y un pin AREF que permite ser empleado como referencia para las entradas análogas.

13. Led pin 13

Indica el estado en que se encuentra.

14. Pines de programación icsp

Son usados para programar micro controladores en protoboard o sobre circuitos impresos sin tener que retirarlos de su sitio.

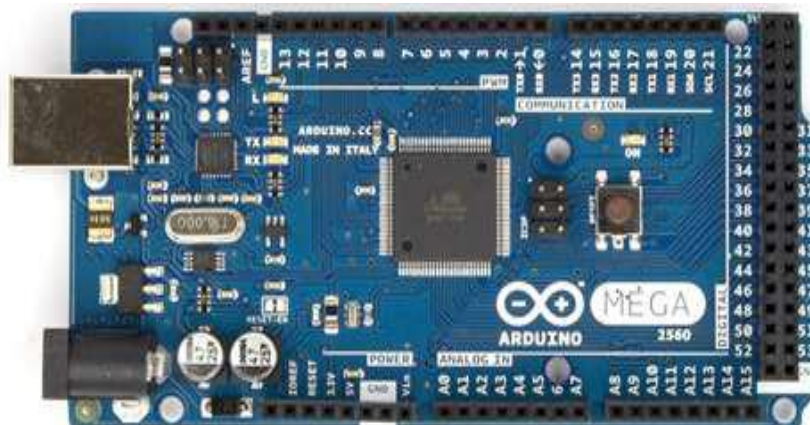
15. Chip de comunicación.

Permite la conversión de serial a USB sus partes y características se muestran en la figura 1.

2.2.9. Descripción de la placa Arduino mega 2560

El Arduino mega 2560 visto en la figura 2. Es una placa electrónica basada en el atmega2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas pwm), 16 entradas analógicas, 4 uarts (hardware puertos serie), un oscilador de cristal de 16 mhz, una conexión usb, un conector de alimentación, un header icsp, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; simplemente conectarlo a un ordenador con un cable USB o el cable de poder con un adaptador para la batería. La placa mega es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Arduino, su resumen pertinente a los voltajes que maneja esta placa se muestra en la Cuadro 1.

Gráfico 2
Arduino mega 2560



Fuente: (KitsKart, 2014)

Cuadro 1
Descripción tecnología Arduino

Microcontrolador	Atmega2560
Tensión De Funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	54 (de las cuales 15 proporcionan salida PWM)
Botones de entrada analógica	16
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad De Reloj	16 MHz

Fuente: (KitsKart, 2014)

2.2.10. Señales digitales y señales analógicas

Las señales se clasifican en digitales y analógicas una de las clasificaciones es identificar o distinguir las señales analógicas y señales digitales.

Según (Torrente, 2013) las señales digitales son aquellas que tienen un número finito de valores posibles que se suelen llamar valores discretos por ejemplo si se consideramos como señal el color emitido por un semáforo, es fácil ver que esta es tipo digital, porque solo puede tener tres valores concretos, diferenciados y sin posibilidad de transición progresiva entre otro; rojo, ámbar y verde.

Señales analógicas es aquella que tiene infinitos valores posibles dentro de un rango determinado a lo que se suele llamar “tener valores continuos” la mayoría de magnitudes físicas temperaturas, sonido, luz, son analógicas.

2.2.11. Componentes a trabajar con tecnología Arduino

A continuación, se detallan varios de los componentes que se usan para trabajar con tecnología Arduino:

a. Arduino pantalla Lcd

Gráfico 3
Pantalla Lcd para Arduino 16x2



Fuente: (Tiendatec, 2014)

La pantalla Lcd vista en la figura 3 es un dispositivo diseñado para mostrar información en forma gráfica. Lcd significa Liquid Crystal Display (Display de cristal líquido). La mayoría de las pantallas Lcd vienen unidas a una placa de circuito y poseen pines de entrada/salida de datos. Como se podrán imaginar, Arduino es capaz.

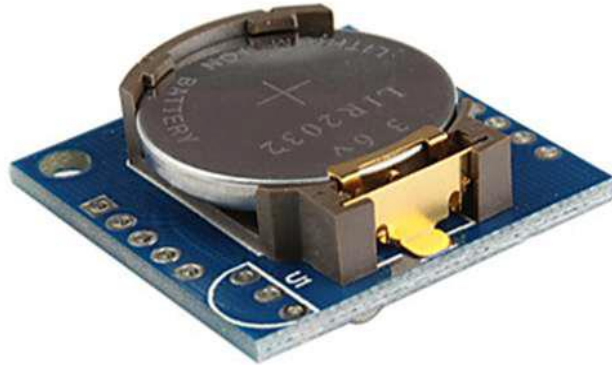
Estas pantallas constan de 16 pines. De izquierda a derecha, sus usos son los siguientes:

- **Pin 1** – VSS o GND
- **Pin 2** – VDD o alimentación (+5V)
- **Pin 3** – Voltaje de contraste. Se conecta a un potenciómetro.
- **Pin 4** – Selección de registro. Aquí se selecciona el dispositivo para su uso.
- **Pin 5** – Lectura/Escritura. Dependiendo del estado (HIGH o LOW), se podrá escribir o leer datos en el Lcd.
- **Pin 6** – Enable. Es el pin que habilita o deshabilita el Lcd.
- **Pin 7** hasta **Pin 14** – Son los pines de datos por donde se envía o recibe información.
- **Pin 15** – El ánodo del Led de iluminación de fondo (+5v).
- **Pin 16** – El cátodo del Led de iluminación de fondo (GND).

b. Rtc ds1307 Arduino

En la figura 4 se muestra algo parecido a un reloj de computadora, (generalmente en forma de circuito integrado) que mantiene la hora actual. Los Rtc están presentes en casi todos los dispositivos electrónicos que necesitan del tiempo actual. No debe confundirse con la señal de reloj medidas en frecuencia que rige la electrónica digital.

Gráfico 4
Rtc ds1307 modulo para Arduino



Fuente: (Betoseek, 2014)

c. Relé para Arduino.

Según (Monk, 2012) la tarjeta de relé opto acoplada, incluye 2 canales para ser controlados en forma remota. Ideal para controlar dispositivos en el hogar o en la industria. Cada canal es controlado por una entrada Ttl, la cual puede ser fácilmente controlada por un micro controlador o Arduino. Esta placa mostrada en la figura 5 requiere de una alimentación de 5v.

Características:

- 2 canales independientes protegidos con opto acopladores
- 2 Relés (Relays) de 1 polo 2 tiros
- El voltaje de la bobina del relé es de 5v
- Led indicador para cada canal (enciende cuando la bobina del relé esta activa)

- Activado mediante corriente: el circuito de control debe proveer una corriente de 15 a 20 Ma
- Puede controlado directamente por circuito lógicos
- Terminales de conexión de tornillo
- Terminales de entrada de señal lógica.

Gráfico 5
Relé 2 canales 5v Arduino



Fuente: (Tiendatec, 2014)

d. Tarjetas sd a 3.3v.

Tarjetas Sd sólo funcionan a 3.3v y tanto el poder y la E / S de los niveles deben ser acomodados. El módulo se muestra aquí utiliza FET para cambio de nivel y un regulador de 3.3v por el poder cuando se opera desde 5.0v. Un interruptor permite que el módulo que se utilizará con Arduino. El módulo de la tarjeta Sd fijado en 3.3v funciona bien. El módulo tiene una toma de tarjeta Micro SD en la parte trasera, la misma que ha sido probada por el autor con tarjetas de varios

tamaños, disponibles en el mercado. Trabajo bien con la biblioteca Sd FAT. Estas tarjetas tienen el formato FAT32 y SD Gráfico 6.

Gráfico 6
Modulo lector de tarjeta Sd Arduino



Fuente: (Ebaytec, 2013)

e. Micro controladores

Un micro controlador combina los recursos básicos de una unidad central de procesamiento (CPU), la memoria y los recursos de entrada y salida, en un único circuito integrado (Pallas, 2007).

Actualmente los micros controladores mostrado en la figura 7 son un estándar para aplicaciones de mediana complejidad, por su facilidad de manejo y nivel de prestaciones.

Sus características principales son:

- de procesos de palabras de 8 bits.
- Frecuencia de reloj de 30 Mhz. (o más).

- Múltiples puertos de entrada/ salida programable.
- Instrucciones orientadas al proceso de señales bit a bit.
- Circuito de reloj incorporado.
- Bajo consumo en versiones CMOS.
- Comparadores de tensión.
- Temporizadores.

Gráfico 7
Micro controladores



Fuente: (Sherlin, 2000)

f. Electroválvula

Válvula eléctrica vista en la figura 8 usada para el control automático de líquido y gas está compuesta por un circuito que cierre y abre dicha válvula (Méndez & Gómez, 2010).

Gráfico 8
Electroválvula



Fuente: (Agroterra, 2000)

2.2.12. Electrónica

Según (Vinueza,2015) la electrónica es la rama de la física y especialización de la ingeniería, es la que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo microscópico de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente.

Utiliza una gran variedad de conocimientos, materiales y dispositivos, desde los semiconductores hasta las válvulas termoiónicas. El diseño y la gran construcción de circuitos electrónicos para resolver problemas prácticos forman parte de la electrónica y de los campos de la ingeniería electrónica, electromecánica y la informática en el diseño de software para su control. El estudio de nuevos dispositivos semiconductores y su tecnología se suele considerar una rama de la física, más concretamente en la rama de ingeniería de materiales.

La electrónica desarrolla en la actualidad una gran variedad de tareas. Los principales usos de los circuitos electrónicos son el control, el procesado, la distribución de información, la conversión y la distribución de la energía eléctrica. Estos dos usos implican la creación o la detección de campos electromagnéticos y corrientes eléctricas.

2.2.13. Recursos hídricos nacionales

La influencia de la Cordillera de los Andes, la Corriente Peruana y el anticiclón Pacífico Sur, determinan las características climáticas de las distintas regiones geográficas del Perú.

En términos generales, el clima de la franja costera longitudinal que se extiende entre el Océano Pacífico y los contrafuertes occidentales de la Cordillera de Los Andes, es de tipo tropical y subtropical árido, con escasa o casi nula precipitación; presenta extensas áreas donde no llueve en ninguna época del año; las lluvias que caen en la época del verano austral sobre la vertiente occidental de Los Andes, dan nacimiento a pequeños ríos de régimen torrencial que cortan transversalmente la franja costera y originan los distintos valles costeros, separados entre sí por grandes planicies desérticas.

En la vertiente del Atlántico, la precipitación media es de 2400mm anuales, alcanzando valores de hasta 4000mm en la selva baja y; en la vertiente del lago Titicaca de 700mm.

En general el Perú cuenta con importantes recursos hídricos, provenientes de fuentes naturales como glaciares, lagos, lagunas, humedales, ríos, acuíferos y; de fuentes alternativas como aguas desalinizadas provenientes del mar y aguas residuales tratadas. (Comisión Técnica Multisectorial, 2012)

2.2.14. Políticas de los recursos hídricos en el Perú

En materia de recursos hídricos, es política del Estado Peruano “Garantizar el acceso a la disponibilidad hídrica en las cantidades que se otorgan y en la calidad y oportunidad requeridas para su aprovechamiento en las diversas actividades económicas y la satisfacción de las necesidades primarias a la actual y futuras generaciones”

Esta política está orientada a cumplir los siguientes objetivos generales: Asegurar, tanto para la generación actual como para generaciones futuras, la suficiente disponibilidad de agua, con estándares de calidad adecuados.

Promover la participación del sector privado en el financiamiento de infraestructura hidráulica para mejorar la distribución espacial y temporal de los recursos hídricos.

Preservar la calidad de los recursos hídricos para la protección de la salud de la población y de los ecosistemas naturales, ampliando la cobertura de tratamiento de aguas residuales.

Utilizar racional e integralmente los recursos hídricos del país para lograr un desarrollo sustentable. Proteger las áreas más vulnerables contra eventos hidrológicos extremos de origen natural y frente al resultado de su uso inadecuado. (Comisión Técnica Multisectorial, 2012).

2.2.15. Marco regulador de la distribución de recursos hídricos

El marco que regula los recursos hídricos es Ley de Recursos Hídricos N 29338 cuyos principios son: Valoración del agua y de gestión integrada, prioridad de acceso al agua, participación de la población y cultura, seguridad jurídica, respeto del agua de las comunidades, principio sostenible, descentralización de la gestión pública del agua, carácter precautorio, eficiencia, gestión de cuencas y tutela jurídica.

La ley establece la existencia del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, cuyo ente rector es la Autoridad Nacional del Agua. Establece los usos que se le puede dar a los recursos hídricos, los derechos y licencias de uso, la protección del agua, los regímenes económicos, la planificación del uso, la infraestructura hidráulica, normatividad sobre el agua subterránea, las aguas amazónicas, los fenómenos naturales, finalmente, las infracciones y sanciones. En el Reglamento de la Ley 29338 Bajo Decreto Supremo N 002-2008-MINAM se especifica los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

La Ley General de Aguas 17752, del año 1969, estableció el marco legal e institucional para el manejo de los recursos hídricos en el Perú. Hoy resulta obsoleto y presenta considerables obstáculos para llevar adelante un manejo integrado, sostenible y

efectivo de recursos ya que no reconoce la naturaleza multisectorial del agua, las cuencas como unidad geográfica para el manejo de los recursos hídricos ni al agua como un bien económico. La Ley General de Aguas establece lo siguiente: (i) el gobierno nacional es el único propietario y responsable de la gestión de los recursos hídricos; (ii) la autoridad nacional del agua es el Ministerio de Agricultura (MINAG); órgano al que la recientemente creada Autoridad Nacional de Aguas (ANA) rinde cuentas; (iii) el Administrador Técnico de Distrito de Riego (ATDR) es la autoridad a nivel de distrito, y las Autoridades de Cuenca Hidrográfica, a nivel de cuencas y (iv) el Ministerio de Salud es el responsable de la calidad del agua.

Desde 1993 hasta 2003, el gobierno peruano aprobó una serie de leyes sectoriales para regular el uso del agua a través de diferentes acciones, como la Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario (Dec. Leg. 653), Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Pesquero (DL 750), Ley General de Hidrocarburos (DL 26221), Ley General de Minería (DS 014-92-EM), Ley de Concesiones Eléctricas (DL 25844) y Ley General de Turismo (Ley N° 24027).

2.3. Definición de términos

Software

De acuerdo a (Campderrich, 2005) Software o soporte lógico de un computador es el conjunto de programas asociados a un computador o a un equipo tecnológico que brinde funciones específicas estos pueden ser de muchos tipos de programación, de control de tratamiento, entre otros.

Lenguaje Arduino (sdk)

El entorno del lenguaje de programación de Arduino de acuerdo con (Pomares, 2009). Es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. Pensando en los profesores, Arduino está basado en el entorno de programación de Processing con lo que el estudiante que aprenda a programar en este entorno se sentirá familiarizado con el entorno de desarrollo Arduino.

Software ampliable y de código abierto.

El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje AVR C en el que está basado. De igual modo se puede añadir directamente código en AVR C en los programas (Arduino, 2012).

Hardware

El hardware son componentes físicos de equipos tecnológicos, industriales esto quiere decir todo lo que puede tocarse o palpar con la mano. Es la parte tangible de una computadora (Díaz, 2012).

Hardware ampliable y de código abierto

Conforme (Herrador, 2009) Arduino está basado en los micros controladores ATMEGA168, ATMEGA328y ATMEGA1280. Los planos de los módulos están

publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores de circuitos con experiencia pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión para placa de desarrollo para entender cómo funciona y ahorrar algo de dinero.

Sensor

Sensor es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida (SISCODE, 2015).

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

En este capítulo se presentan los materiales y métodos que permitirán dar solución al problema identificado en los capítulos anteriores. Con respecto a la materiales se describirá los laboratorios, software y hardware usado. Y con respecto a los métodos se complementa con la descripción de la metodología.

3.1. Materiales

3.1.1. Instrumental usado

a) Laboratorios

Para la realización de la investigación se usaron los siguientes laboratorios:

Cuadro 2
Laboratorios

Laboratorio	Descripción
Administrativa	Municipalidad Distrital de Matacoto
De campo	Local comunal del caserío del Sacuayoc
De escritorio	Biblioteca de FC-UNASAM, mi domicilio

Fuente: Elaboración propia

b) Software

En el desarrollo de la tesis se usaron los Software que se describen a continuación:

Cuadro 3
Software

Software	Descripción
Microsoft Office 2016	Para redacta los informes
Google Earth, Chrome, Maps	Búsqueda de bases teóricas y otros.
IDE Aduino	Entorno para programar en Hardware Libre
Adobe Acrobat Reader DC.	Para lectura de archivos PDFs
SPSS	Procesamiento de datos de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia

c) Recursos computacionales

Cuadro 4
Recursos computacionales

Recueros computaciones
Laptop Core i5 4 Ghz. RAM 4GB. HDD 720GB, SO Windows 8
Conexión internet
Memorias USB de 2GB y 4GB.
Impresora multifuncional EPSON
Tecnología Arduino
Sensores de humedad

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Población y muestra

a) Unidad de análisis

La principal unidad de análisis viene a ser una parcela de cultivo de 80m² del caserío Sacuayoc distrito de Matacoto – Yungay.

b) Población

La población estará conformada por 60 usuarios beneficiarios del riego automatización empleando tecnología Arduino del caserío de Sacuayoc, Yungay. 2018.

c) Muestra

Para determinar el tamaño adecuado de la muestra, se utilizará la siguiente fórmula estadística para poblaciones finitas:

Dónde:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{E^2(N-1) + Z^2 pq}$$

N = Tamaño de la población = 60

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%

E = 0.05 Error estándar

p = 0.50 Probabilidad de éxitos

q = 0.50 Probabilidad de fracasos

Reemplazando valores en la fórmula estadística para poblaciones finitas, se tiene como tamaño de muestra 52 usuarios beneficiarios del riego automatización empleando tecnología Arduino del caserío de Sacuayoc, Yungay. 2018.

3.2. Métodos

3.2.1. Tipo de investigación

a) De acuerdo a la orientación

De acuerdo a su orientación la investigación es Aplicada, de manera que está orientada a lograr nuevo conocimiento y destinada a procurar soluciones a problemas prácticos.

b) De acuerdo a la técnica de contrastación

De acuerdo a la técnica de contrastación la investigación es Descriptiva ya que los datos serán obtenidos directamente de la realidad y observación de fenómenos condicionados por el investigador.

3.2.2. Definición de variables

Variable 1: Riego automatizado empleando tecnología Arduino.

Variable 2: Distribución de recurso hídrico.

3.2.3. Operacionalización de variables

Cuadro 5
Operacionalización de variables

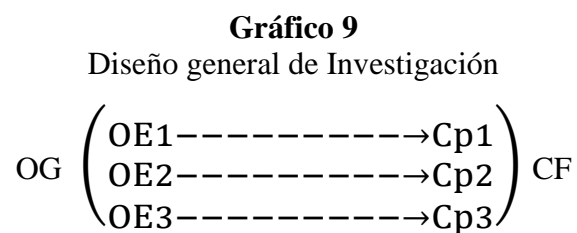
Variabes 1	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Automatización empleando tecnología Arduino	Software libre	✓ Programación en Lenguaje Arduino SDK	<p>Tipo de Investigación Según la temporalidad, es una investigación del presente. Según el aporte al conocimiento, es una investigación aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación La investigación que se realizó corresponde al nivel: Correlacional</p> <p>Método de la Investigación La presente investigación por la naturaleza de las variables en estudio, se utilizó el método científico, de análisis y Correlacional</p> <p>Diseño de la Investigación No experimental, Correlacional</p> <p>POBLACIÓN DE ESTUDIO 60 Usuarios y profesionales conocedores del tema del Caserío de Sacuayoc, Provincia de Yungay.</p> <p>MUESTRA NECESARIA 52 Personas Capacitadas y profesionales conocedores del tema del Caserío de Sacuayoc, Provincia de Yungay.</p>
	Hardware libre	✓ Compilación de código fuente en tecnología Arduino	
Variabes 2	Dimensiones	Indicadores	
Distribución de recurso hídrico	Sensores de medición	✓ Productores que aplican riego automatizado.	
	Recursos hídricos	✓ Producción de áreas de cultivo ✓ Cantidad de recurso hídrico	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. Diseño de la investigación

✓ Diseño general

Para el diseño de la investigación, emplearemos el de una investigación por objetivos conforme al esquema siguiente:



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- OE: Objetivo Específico
- Cp: Conclusión parcial
- OG: Objetivo General
- CF: Conclusión Final

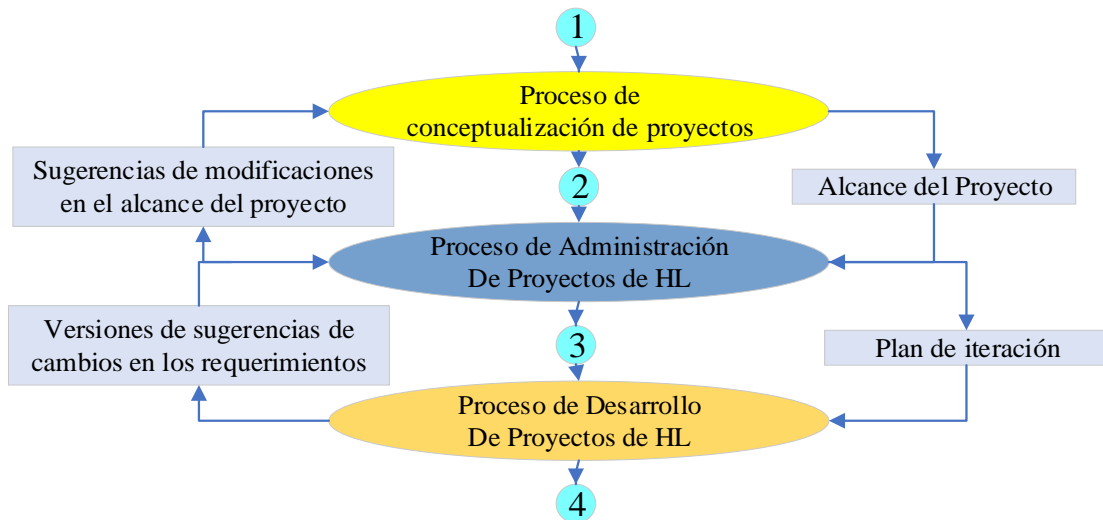
✓ Diseño metodológico

Metodología de Hardware Libre

La metodología posee tres procesos mostrados en las Grafico 10, en el de conceptualización se busca delimitar los alcances que se quiere para el proyecto en estudio, en el proceso de administración se busca la planificación para el diseño, fabricación y pruebas del dispositivo. Por último el proceso de desarrollo en el cual

se especifican los pasos que en principio se deben cumplir, dependiendo de la naturaleza del dispositivo (Medrano, 2011).

Gráfico 10
El proceso de desarrollo de Hardware Libre



Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware Libre

3.3. Técnicas

Para la recopilación y el procesamiento de información (datos), se empleará técnicas que a través de sus instrumentos de recolección se podrá recabar toda la información requerida y necesaria para cumplir con los objetivos de la investigación.

3.3.1. Instrumentos de medición y recolección de datos

a) Observación directa

Para la presente investigación se realizara una observación directa e indirecta. Directa por qué se ira al lugar de los hechos y comprobar los procesos de todos los involucrados e indirecta por la revisión de la documentación correspondiente.

b) Encuesta y Entrevistas

El tesista formulará preguntas de encuesta y entrevista para las personas de la muestra selecciona con capacidad de aportar datos de interés, beneficiarios del riego automatizado, profesionales conocedores del tema de investigación y autoridades de la Municipalidad Distrital de Matacote – Yungay.

c) Análisis de documento

El análisis documental de realizar a partir de la recolección de datos de la información documental (citas de autores de renombre, revistas, internet, etc.).

3.4. Procesamiento

Para el procesamiento de la información será imprescindible el uso y soporte de las herramientas informáticas como hojas de cálculo para procesar datos (MS Excel, SPSS), en sus versiones actuales.

CAPITULO IV: ANÁLISIS

Este capítulo abarca el análisis de la situación actual, la identificación y descripción de requerimientos y termina con el diagnóstico de la situación actual del sistema de riego en el caserío de Sacuayoc del Distrito de Matacoto – Yungay.

4.1. Análisis de la situación actual

Para los 60 agricultores del caserío de Sacuayoc, del Distrito de Matacoto, la actividad agrícola constituye su principal actividad económica generadora de ingresos, sin embargo dicha actividad no les genera un margen de contribución atractivo, ya que sus estructuras de costos es sumamente elevado y la oferta transable al mercado es limitado, lográndose de esta manera apenas una relación de equilibrio o en muchos casos resultados negativos, debido principalmente a los bajos niveles de rendimiento por hectárea, sumándose a ello el desaprovechamiento de las áreas agrícolas y por consiguiente se tiene un reducido frontera agrícola y limitado excedente de producción para la comercialización.

El caserío de Sacuayoc, distrito de Matacoto, viene atravesando problemas en su producción agrícola, debido a problemas de déficit de agua para riego en los meses de estiaje y a la falta de una adecuada infraestructura de riego por lo que se ejerce una agricultura mayormente en seco.

En una agricultura en secano el abastecimiento de agua para los cultivos depende del régimen de lluvias y en muchos casos los cultivos no completan su desarrollo fenológico o es interrumpido debido a que el régimen de lluvias es irregular y no es posible realizar el riego complementario, a lo que se debe los bajos rendimientos, entre otros factores como: el desconocimiento en la aplicación de una adecuada tecnología, falta de asistencia, entre otros.

Actualmente en el Caserío de Sacuayoc está limitado al uso del agua del 100%; por tanto, los pobladores de la mencionada localidad vienen sufriendo el desabastecimiento de agua para uso agrícola por contar con canal de rustico por el cual hay filtraciones y pérdidas de agua y el sistema de riego que actualmente utilizar y que fue implementado en el año 2017 no es eficiente para dicho fin se plantea una solución de automatización de riego empleando tecnología Arduino para la buena distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío antes mencionado.

Área agrícola potencial (total) y áreas aprovechadas:

El área agrícola que corresponde al caserío Sacuayoc, reúne las condiciones favorables para el desarrollo de las actividades agropecuarias, la misma que debe mejorar con la automatización de riego empleando tecnología Arduino de tal manera que actualmente se cuenta con capacidades ociosas de los terrenos que solo se destina a producir una sola vez por año (estación). Es por ello se prevé el aprovechamiento de la mayor cantidad de hectáreas debido a que esta zona tiene sus productos definidos, teniendo cultivos permanentes y transitorios como el palto y cítricos, poseyendo un total de 2.00

Has sembradas y con el presente proyecto se ampliara la frontera agrícola hasta alcanzar en su totalidad de 8.00 has.

4.1.1. Análisis hídrico

Para optimizar el uso eficiente del recurso hídrico con fines de ampliación de la frontera agrícola es sumamente importante el análisis del recurso hídrico disponible en el área de investigación.

El estudio hidrológico referido al presente estudio presenta lo siguiente:

Con el volumen derivado de la quebrada Rurec, se podrá irrigar 8.00 Has en primera campaña y mayor de 2 has en segunda campaña correspondiente a terrenos de cultivo del caserío de Sacuayoc del Distrito de Matacoto - Yungay – Ancash.

Los cultivos a instalar en las áreas de riego corresponden palto y lima, naranja chirimoya y otros más.

La demanda de agua anual para los sectores de riego del caserío de Sacuayoc-Distrito de Matacoto, La cantidad de agua que se requiere para la instalación del servicio de riego en el caserío de Sacuayoc-Distrito de Matacoto 0.50 l/s, este valor fue referencia para el diseño del canal de conducción.

Los caudales máximos de diseño con fines de irrigación de los sectores de riego corresponden a 0.5 l/s en el cabezal de la captación.

4.1.2. Análisis de suelos

Los suelos del ámbito del proyecto son de tipo aluviales y pertenecen al cuaternario reciente y pleistoceno y está formado por materiales limo–arcillo–arenoso, que se fueron depositando en el transcurso del tiempo por la continua acción del intemperismo (aire, lluvia y sol).

El suelo del distrito de en su gran mayoría es fértil, son suelos negros, rocas lutitas, arcillas, areno arcillosas y otras; lo cual oferta un sin número de posibilidades para la actividad agrícola y pecuaria.

En las zonas bajas, la flora es abundante. En las quebradas los suelos son pendientes, rodeado de pedregales y zonas rocosas de escasa floresta.

En las partes altas de la cuenca, predomina la cordillera con escasa vegetación. Los terrenos son áridos, secanos, solo de uso en la temporada de lluvia.

El uso actual de la tierra está dominado por cultivos de pan llevar en su mayor porcentaje del territorio como las partes bajas (cordillera negra parte oeste del distrito), no existe ganadería, así como existen parcelas desnudas constituidas por afloramientos boscosos. Según la clasificación de tierras por usos mayores estos suelos corresponden a tierras de producción, entre otros.

Por su alta calidad agrícola, estas tierras en su totalidad de 8.00 has, que comprende los terrenos de cultivo en el caserío de Sacuayoc actualmente cultivado 2.00 has y

terrenos por cultivar 6.00, pueden destinarse también a la fijación de cultivos permanentes o a la producción forestal, cuando en cualquiera de estas formas se obtenga un rendimiento económico superior al de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando la comunidad así lo exija.

4.1.3. Evaluación de la capacidad instalada

a) Personal

El personal con el que se ha trabajado es: 3 ingenieros: Ingeniero electrónicos (Luis Alvarado), Ingeniero agrícola (Colonia Chacpi Elmer Antonio) y un Ingeniero Agrónomo (Rupay Pecan Edher), 1 estadísticos (Marco Antonio Mejía Vega), técnicos especialistas en riego tecnificado y los usuarios del caserío de Sacuayoc – Yungay.

b) Equipamiento

Los equipos que fueron utilizados en la investigación son: una laptop, tecnología Arduino con todos sus accesorios, impresora, equipo de medición de humedad.

El equipo usado para la medición de humedad, fue seleccionado de manera especial que se adapte a la tecnología Arduino y compatibilidad de la misma.

4.1.4. Análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

Cuadro 6
Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Respaldo de un marco legal normativo nacional y regional, MINAGRI y ANA. • Potencial humano con experiencia y vocación en la actividad. • Usos de la tecnología el cual podrá ser aprovechadas en la agricultura. • Áreas de cultivos disponibles. • Gran diversidad de agrícola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas tecnologías y otros equipos con capacidad de soporte de datos. • Presencia de importantes centros de estudios superiores con especialidades referentes al sector (Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y el Instituto Superior Tecnológico "Eleazar Guzmán Barrón"). • Ubicación geográfica estratégica con presencia de regiones naturales aprovechables para el agro.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Alto índice de analfabetismo en el sector rural. • Insuficiente capacitación especializada. • Escaso recurso hídrico para el regadío de las áreas de cultivo. • Deficiente sistema de riego. • Bajo nivel de coordinación interinstitucionales. • Alto costo de producción. • Poco interés de algunas autoridades locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al cambio de los actores. • Migración del campo a la ciudad. • Fenómenos climáticos adversos. • Inestabilidad política y económica. • Desnivel tecnológico con los competidores de la zona costa.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis técnico

A lo largo del empleo del prototipo se hace uso de diferentes tecnologías que permiten facilitar la realización de cada una de las tareas que componen dicho proyecto, a continuación, se muestran un cuadro comparativo que permiten analizar las diferentes tecnologías existentes para la realización del presente proyecto para poder tener una visión más clara.

a. Lenguaje de programación:

La elección de un incorrecto lenguaje de programación puede influir negativamente en el desarrollo del proyecto, por ejemplo: podría afectar en la performance del riego automatizado si es que consume muchos recursos o podría retrasar la implementación del mismo si es que la curva de aprendizaje se extiende considerablemente.

Cuadro 7
Lenguaje de programación

	PHP	Python	C++
Arduino			X
Raspberry			

Fuente: Elaboración propia

En lenguaje de programación seleccionado es C++, las características que influenciaron en su elección son: bajo consumo de memoria y bajo consumo de procesador, a su vez que es un lenguaje de escritorio con una sintaxis sencilla así cumplen las expectativas.

b. Tecnología:

La elección de una incorrecta tecnología Arduino puede influir negativamente en el desarrollo del proyecto, por ejemplo: podría afectar en la performance del riego automatizado al momento de la integración del código fuente y podría retrasar la implementación del mismo si es que la curva de aprendizaje se extiende considerablemente.

Cuadro 8
Modelos de tecnología Arduino

Modelo	Características	Calificación
Arduino UNO	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador: ATmega328 - Voltaje de funcionamiento: 5 V - Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) - Pines de entradas análogas: 6 - Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA - Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el bootloader - Velocidad de reloj: 16 MHz 	Si
Arduino Leonardo	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador: ATmega32u4 - Voltaje de funcionamiento: 5 V - Pines I/O digitales: 20 - Canales PWM: 7 - Pines de entradas análogas: 12 - Velocidad de reloj: 16 MHz 	No
Arduino Due	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador: AT91SAM3X8E - Voltaje de funcionamiento: 3.3 V - Pines de entradas análogas: 12 - Memoria Flash: 512 KB disponibles para las aplicaciones de usuario. - Velocidad de reloj: 84 MHz - Microcontrolador AVR Arduino: ATmega32u4 - Voltaje de funcionamiento: 5 V - Pines de entradas análogas: 12 	No
Arduino Yún	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria Flash: 32 KB (de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader) - Velocidad de reloj: 16 MHz - Procesador Linux: Atheros AR9331 - Ethernet: IEEE 802.3 10/100Mbit/s - WiFi: IEEE 802.11b/g/n 	No

Arduino mega	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador: ATmega2560 - Voltaje de funcionamiento: 5 V - Pines I/O digitales: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM) - Pines de entradas análogas: 16 - Memoria Flash: 256 KB de los cuales 8 KB son utilizados por el bootloader - Velocidad del reloj: 16 MHz 	No
Arduino Nano	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador: ATmega168 - Voltaje de funcionamiento: 5 V - Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM) - Pines de entradas análogas: 8 - Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA - Memoria Flash: 16 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader - Velocidad de reloj: 16 MHz 	No
Arduino Fio	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador: ATmega328P - Voltaje de funcionamiento: 3.3 V - Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM). - Pines de entradas análogas: 8 - Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA - Memoria Flash: 32 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader - Velocidad de reloj: 8 MHz 	No

Fuente: Elaboración propia

La tecnología Arduino seleccionado es el ARDUINO UNO, las características que influenciaron en su elección son: el Microcontrolador: ATmega328 exclusivamente para automatización, la velocidad de 16 MHz y los 14 pines digitales.

4.3. Identificación y descripción de requerimientos

4.3.1. Identificación de procesos

Dentro del caserío de Sacuayoc del Distrito de Matacoto - Yungay se analizaron los siguientes procesos específicamente el riego en las áreas de cultivo para el desarrollo de la tesis.

- ✓ Proceso: Riego por inundación, aspersión y Goteo en el distrito de Matacoto - Yungay.
- ✓ Proceso: Distribución de recurso hídrico en las áreas de cultivo.
- ✓ Proceso: Recurso hídrico disponible.

4.3.2. Requerimientos

Durante todo el proceso de investigación de la presente tesis se identificaron los siguientes requerimientos:

Para la identificación de los requerimientos se obtuvo a partir de las entrevista a los usuarios beneficiarios, técnicos en agronomía, autoridades del caserío, Autoridad Nacional del Agua, representante del Ministerio de Agricultura, Autoridad Local del Agua; durante la entrevista mencionaron las inquietudes que se tienen en la distribución del recurso hídrico y la escases de la misma y también se tomó como

referencia las incomodidades, malestares de los pobladores del caserío Sacuayoc del distrito de Matacoto – Yungay, respecto a la distribución y escasas del recurso hídrico.

- ✓ La distribución del recurso hídrico tiene que realizarse con los mismos usuarios de las áreas de cultivo y los profesionales conocedores del estudio de investigación.
- ✓ El equipo que controle la distribución de recurso hídrico será mediante la tecnología Arduino y sensores de humedad de acuerdo al coeficiente de cultivo.
- ✓ Tener en cuenta los lineamientos establecidos en la norma técnica sobre distribución de recurso hídrico del MINAGRI, ANA, ALA.
- ✓ Uso de Tecnología Arduino, sensores de humedad, panel solar.

Eficiencia:

- ✓ La funcionalidad del riego automatizado responde al usuario en menos de 1 minuto.
- ✓ El riego automatizado empleando tecnología Arduino es capaz de operar adecuadamente las 24 horas del día, 7 días de la semana y durante meses y años sin ningún tipo de dificultad.

Seguridad:

- ✓ Los permisos de acceso de habilitar nuevos módulos e integración del riego automatizado podrán ser cambiados solamente por el administrador o encargado del acceso a código fuente.
- ✓ El riego automatizado empleando tecnología Arduino es seguro por el tema de que solo es permitido acceder mediante teclado matricial de 4x3, como interface entre el usuario y el control, en el ingreso de nuevo valores de riego, sin que el usuario tenga la necesidad de modificar el código fuente.
- ✓ El riego automatizado debe ser monitorizado cada mes para un buen funcionamiento eficaz y seguro, este permitirá trabajar de una manera más eficiente.
- ✓ El riego automatizado empleando tecnología no continuara operando en caso de incendio o desastre natural.

Usabilidad:

- ✓ El tiempo de aprendizaje para la programación de la hora de riego automatizado por un usuario es sencillo.
- ✓ Posee interface entre el usuario y el control de fácil manejo para cualquier usuario.

4.4. Diagnóstico de la situación actual

4.4.1. Informe de diagnostico

Actualmente el caserío de Sacuayoc del Distrito de Matacoto – Yungay viene atravesado problemas de bajos niveles de rendimiento por hectárea, sumándose a ello el desaprovechamiento de las áreas agrícolas y por consiguiente se tiene un reducido frontera agrícola y limitado excedente de producción para la comercialización, ya que el riego hasta el año 2017 era solo por seco y limitado en algunos sectores que cuentan con riego, pues debido al estado deteriorado del canal que transporta agua de riego óptimamente, solo conduce el 45% de lo captado de solo 0.3l ps. Situación que les mantiene a los productores en un nivel de pobreza extrema, pese a que, acumulados por todas las fuentes, cuentan con 0.50 lts/seg de agua apto y apropiado para la irrigación de campos de cultivos, recurso que en la actualidad no son aprovechadas por una escasa o nula oferta del sistema de riego.

A la actualidad el Caserío de Sacuayoc viene travesando problemas de déficit de agua para riego en los meses de estiaje y a la falta de una adecuada infraestructura de riego por lo que se ejerce una agricultura mayormente en seco esto a pesar de que desde el 2017 se viene implementando el sistema de riego tecnificado el cual no es suficiente para la distribución eficiente del recurso hídrico, debido a esta situación la importancia del desarrollo de esta investigación que impulsará el riego automatizado empleando tecnología Arduino para la distribución del recurso hídricos en las áreas de cultivo.

4.4.2. Medidas de Mejoramiento

Cuadro 9
Medidas de mejoramiento con Matriz FODA

ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<ul style="list-style-type: none">• Emplear el riego automatizado para aprovechar el recurso hídrico en el sector de estudio.• Fortaleces el uso de la tecnología Arduino en la distribución de recursos hídricos.• Incrementar la calidad y eficiencia de los procesos de riego empleando tecnología Arduino.	<ul style="list-style-type: none">• Automatizar el proceso de riego.• Capacitación permanente en temas de riego automatizado e distribución de recurso hídrico.• Articulación de las entidades en cuestiones de coordinación sobre control del recurso hídrico
ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none">• Actualización y concientización en cuanto al cuidado del recurso hídrico.• Diseñar soluciones tecnológicas que permitan facilitar el control del recurso hídrico.	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de un plan de capacitación y adiestramiento sobre uso de tecnología para el control de recurso hídrico.• Migración del campo a la ciudad.• Establecer indicadores de gestión que permita la evolución en cuanto a la distribución de recurso hídrico y su impacto.

Fuente: Elaboración propia

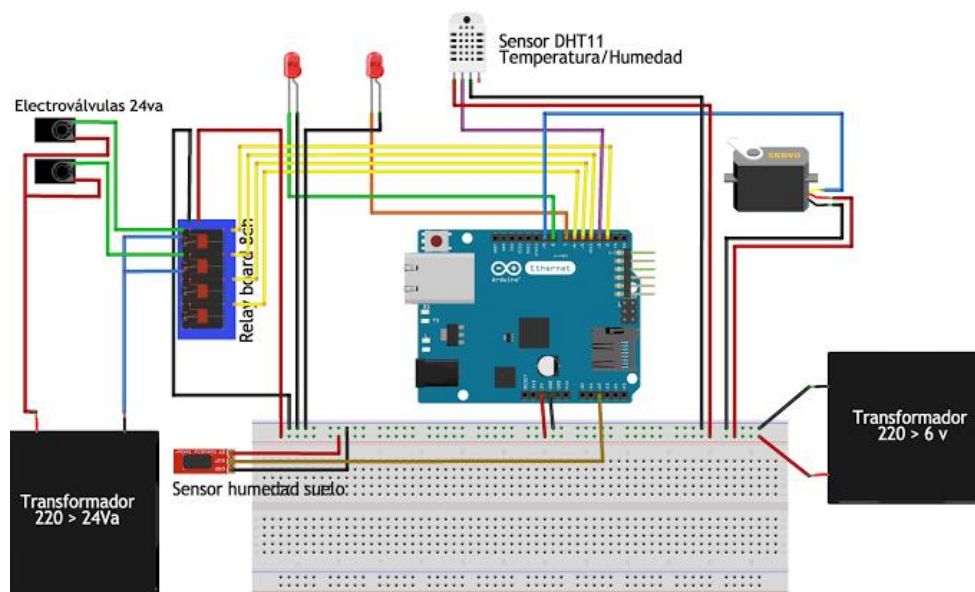
CAPITULO V: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se describe el diseño de la solución propuesta. La primera parte comprende el diseño en alto nivel de la arquitectura justificando la elección de un patrón arquitectónico. Y segunda sobre la interfaz gráfica que menciona los patrones y estándares para uniformizar el aspecto visual.

5.1. Arquitectura tecnológica de la solución

De acuerdo con capítulos anteriores la arquitectura está orientada a entorno de Hardware Libre basado en Hardware Estático.

Gráfico 11
Arquitectura tecnológica Arduino



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12
Área de cultivo caserío Sacuayoc - Yungay



Fuente: Elaboración propia

Aplicaciones

Las aplicaciones utilizadas para la solución y mantenimiento del sistema propuesto son en general de simulación, Software de programación orientado a Arduino. Tal como:

- Proteus 8.

- IDE Arduino.
- Simulador Arduino - Fritzing.
- C++

5.2. Diseño de estructura de solución

La solución planteada se va enfocar en tres procesos fundamentales para así tener una forma y método para saber aplicar, controlar y dirigir el proyecto.

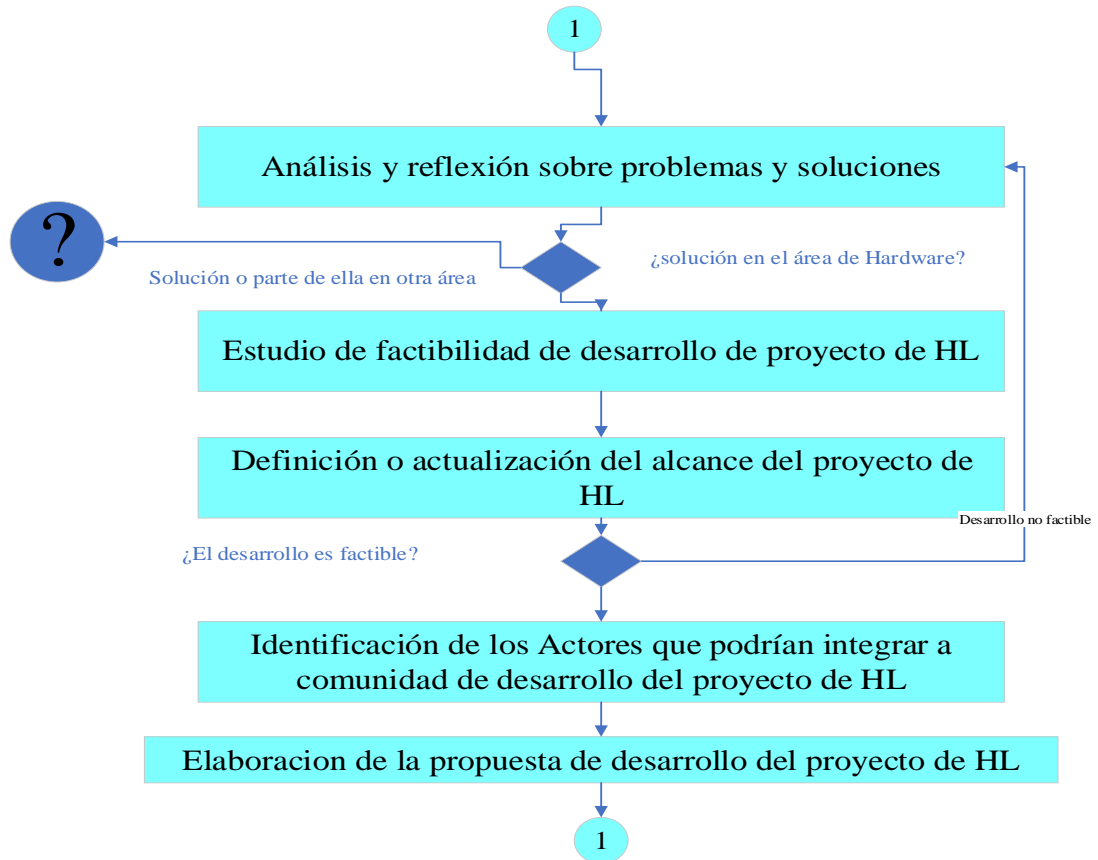
5.2.1. Proceso de conceptualización de proyectos

En este proceso se analizan problemas y necesidades de las comunidades que pudiesen requerir de una solución en área de hardware. El análisis planteado conlleva a la reflexión sobre los problemas y sus posibles soluciones. La actividad de reflexión tiene como objetivo principal proponer soluciones pertinentes a los problemas planteados, en las cuales se consideren tanto los beneficios como el impacto que dichas soluciones puedan causar sobre la comunidad. En este proceso se debe destacar, que las soluciones planteadas o parte de ellas sean pertinencia de otra área como por ejemplo el desarrollo de alguna aplicación de software requerido para el diseño del hardware.

- Actividad: nombre específico de la actividad a desarrollar dentro del proceso de administración.

- Responsable/Participantes: describe los individuos que tienen asignada una responsabilidad o participan en alguna actividad.
- Insumo: Entrada (documento, plantilla, informe, etc.) necesaria para el desarrollo de una actividad específica.
- Observaciones: Campo para establecer observaciones relacionadas a la actividad.
- Técnicas/Herramientas/Plantillas: listado de técnicas, herramientas, plantillas que pueden ser aplicables para desarrollar una actividad específica.
- Productos: Listado de productos finales resultado de una actividad específica

Gráfico 13
Proceso detallado de conceptualización



Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware libre

5.2.2. Procesos de administración de proyectos de Hardware Libre (HL)

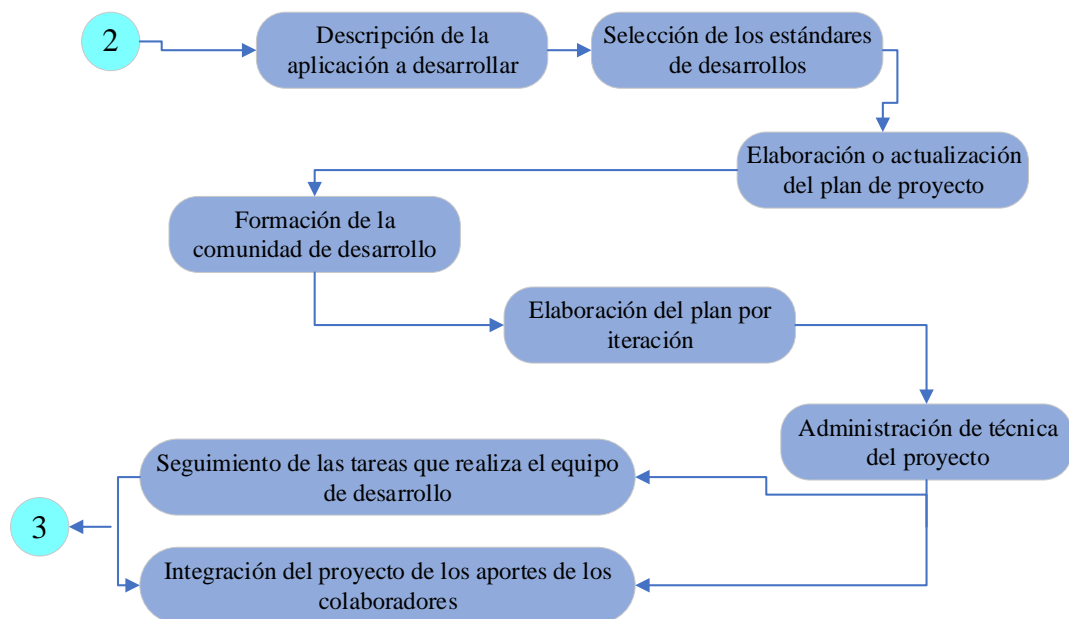
El proceso de administración de la Metodología de Desarrollo de Hardware Libre comprende un conjunto de actividades para coordinar y mantener el orden de un proyecto de desarrollo de hardware libre. Estas actividades estarán orientadas a facilitar lo planteado en el proceso de conceptualización.

El proceso de administración requiere que se establezca el rol en uno de los integrantes del equipo como Coordinador del proyecto de desarrollo de hardware.

El Coordinador debe velar por el seguimiento y cumplimiento de las actividades de desarrollo, promover una comunidad de desarrollo y colaboración en torno al proyecto, la cual será la encargada de elaborar el plan del proyecto de desarrollo de hardware.

Para ilustrar las actividades propuestas en el proceso de administración se muestra un diagrama de flujo.

Gráfico 14
Proceso de administración procesos de desarrollo de hardware libre

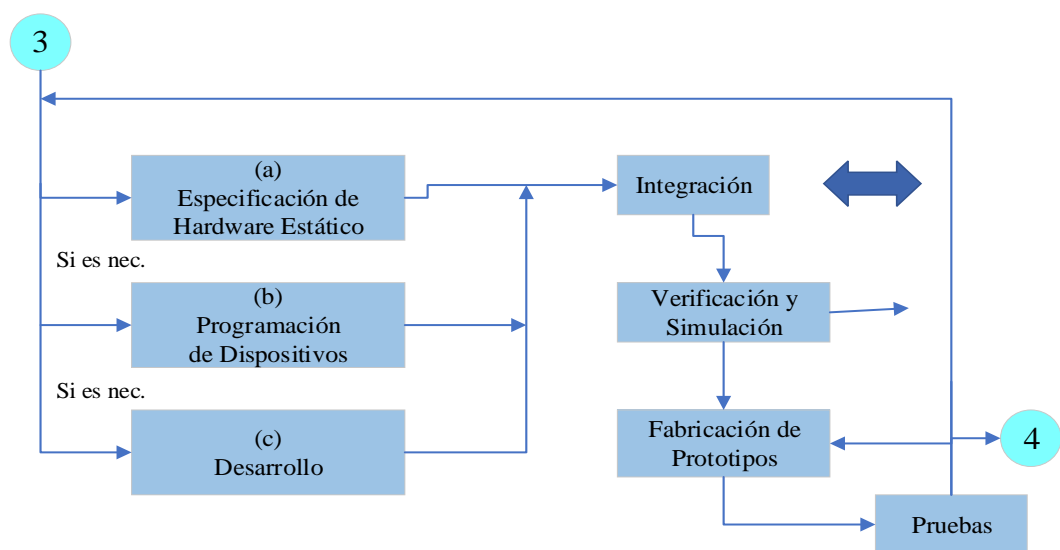


Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware libre

5.2.3. Procesos de desarrollo de proyecto en Hardware Libre (HL)

A continuación se muestra un diagrama general del proceso de desarrollo de proyectos de hardware libre.

Gráfico 15
Proceso de Desarrollo de Proyectos en Hardware Libre



Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware libre

Se parte de una descripción detallada del alcance y características del hardware a desarrollar, descripción que ha sido preparada en los procesos de conceptualización y administración.

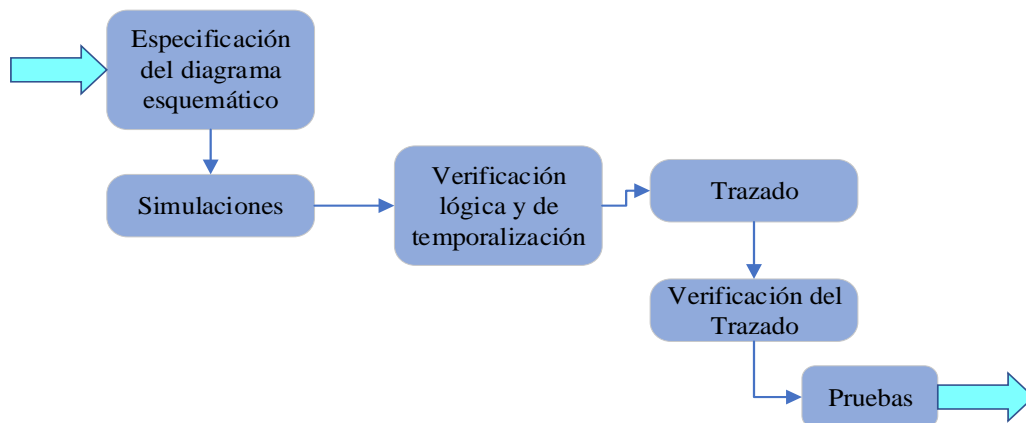
Al comienzo del proceso de desarrollo dependiendo de la naturaleza del hardware a diseñar, se puede dividir en tres pasos concurrentes: Especificación de Hardware Estático (a), Programación de Dispositivos (b), Desarrollo de IC (c). Esas áreas pueden

activarse o no según los requerimientos del proyecto. En todo caso, normalmente siempre estará incluida en alguna medida la Especificación de Hardware Estático. Estos pasos de desarrollo se ocupan de generar y depurar los diseños que sean necesarios para implementar las características requeridas. Este proceso necesariamente las lleva a trabajar en forma coordinada, para que sus resultados puedan integrarse entre sí.

A continuación las especificaciones de Hardware Estático, programación de dispositivos, desarrollo de IC:

Gráfico 16
Especificación de Hardware Estático

(a) Especificación de Hardware Estático

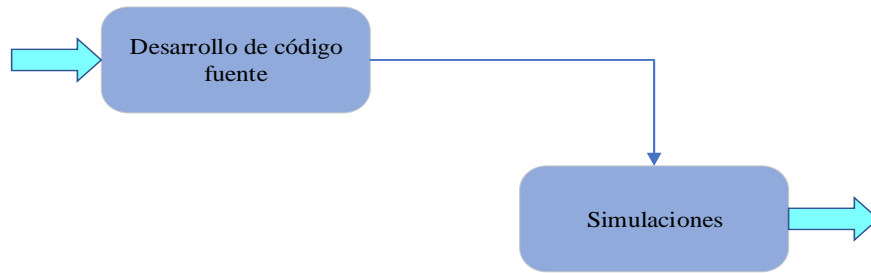


Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware Estático

Seguidamente las especificaciones de la programación de dispositivos.

Gráfico 17
Programación de dispositivos

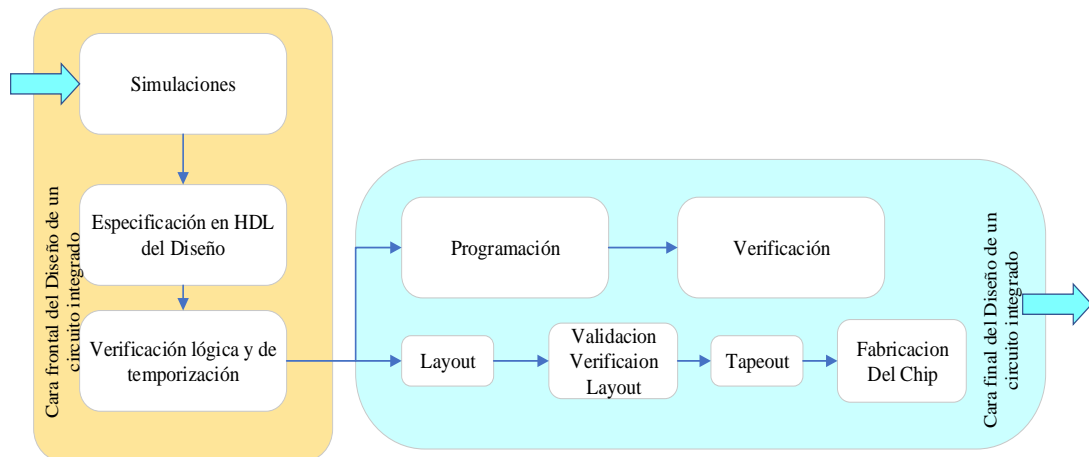
(b) Programación de Dispositivos



Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware Estático

Gráfico 18
Desarrollo de circuitos

(c) Proceso tecnológico para el desarrollo de circuitos integrados



Fuente: Elaboración propia, a partir de la metodología de Hardware Estático

5.3. Diseño de la funcionalidad de la solución

Como la tesis está enfocada en tres procesos, en cada uno de ellos está planteadas un diseño distinto para la solución, se menciona a continuación.

5.3.1. Proceso de conceptualización

En este proceso se analiza y reflexiona sobre problemas y soluciones, estudio de factibilidad de desarrollo del proyecto, definición o actualización del alcance del proyecto, identificar los actores y la elaboración de propuestas. Donde se aplican encuestas y entrevistas a los actores involucrados directos e indirectamente, dentro de las cuales es importante mencionar a:

- MINAGRI
- ANA
- ALA
- Autoridades Locales
- Profesionales especialistas en el tema de investigación.
- Usuarios Beneficiarios.

Quienes brindan información importante para la factibilidad del estudio para mejorar la distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc del Distrito de Matacoto – Yungay.

5.3.2. Proceso de administración

En este proceso se realiza la descripción del prototipo a desarrollar, selección de los estándares de desarrollo, elaboración o actualización del plan del proyecto, conformación de la comunidad de desarrollo, elaboración del plan por iteración administración técnica, seguimiento de las tareas que realiza el equipo de desarrollo, integración de conocimientos del aporte de los actores involucrados.

Esto garantizará la óptima elaboración del diseño de prototipo del riego automatizado empleando la tecnología Arduino, para la buena distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo.

5.3.3. Proceso de desarrollo

En este proceso luego de los pasos especificación de Hardware estático, programa de dispositivos, concurren en la etapa de integración, en donde se ajustan todos los detalles necesarios para obtener un diseño completo del hardware. En esta etapa puede detectarse la necesidad de reformular el alcance y características del proyecto, debido a las posibles incompatibilidades entre los diseños y configurar los protocolos de comunicación.

Una vez obtenido el diseño integrado, puede entonces someterse al mismo a verificaciones que permitan depurarlo en su conjunto, lo cual es realizado, posiblemente mediante simulaciones, en la siguiente etapa. Los resultados de estas

verificaciones pueden dar pie a modificaciones en el proceso de integración o en la formulación del alcance y características del proyecto.

Luego, se procede al diseño del prototipo, el cual es luego sometido a diversos protocolos de pruebas. Los resultados de esas pruebas pueden revelar la necesidad de realizar modificación en cualquiera de las etapas anteriores del proyecto.

La liberación de los diseños del hardware, se ha considerado de varias formas, liberación de versiones preliminares llamadas de prueba que se pueden obtener en cualquier paso del proceso de desarrollo. Las versiones estables sólo pueden ser liberadas en cualquiera de los cuatro últimos bloques mientras las versiones de prueba pueden ser liberadas en cualquier momento del ciclo de desarrollo. Estas liberaciones proporcionan mejoras que pueden ser compartidas con los desarrolladores y colaboradores para la obtención del dispositivo final.

Para lo cual se consideran los siguientes componentes:

- Protoboard donde conectaremos los componentes
- Cables para la conexiones
- Tecnología Arduino
- Resistencias de 220 Ω
- Un sensor de humedad

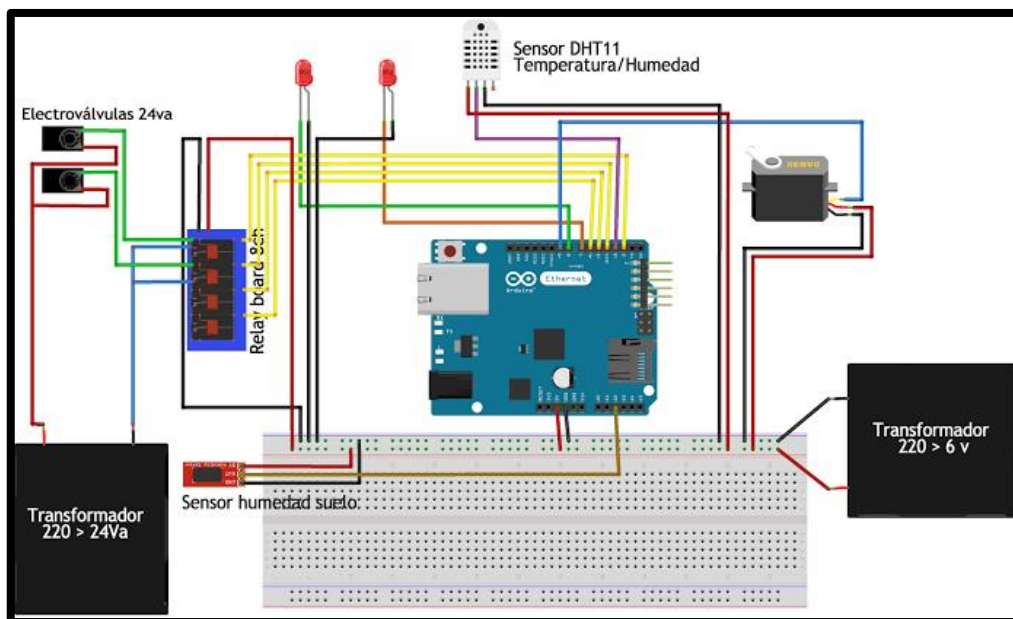
5.4. Diseño de la interfaz de la solución

En esta sección se exponen los criterios para el diseño de interfaz de la solución del diseño del prototipo.

5.4.1. Estándar de interfaz

La interfaz estándar de solución del diseño del prototipo de riego automatizado seguirá el padrón gráfico que a continuación se muestra.

Gráfico 19
Estándar de solución del prototipo de riego automatizado



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN

El presente capítulo tiene como propósito presentar la tecnología seleccionada para la implementación. Se define la estrategia de pruebas y los tipos de pruebas seleccionados a modo de recomendación, debido a que no se llegó a esta etapa durante el desarrollo de tesis.

6.1. Construcción

Se describe las fases y productos obtenidos en la construcción de la solución tecnológica.

6.1.1. Especificación de construcción

a) Lenguaje de programación

Cuadro 10
Lenguaje de programación

N°	Dispositivo	Lenguaje
1	Arduino UNO	C++

Fuente: Elaboración propia

El lenguaje de programación que se utilizará para el desarrollo del presente proyecto será C++.

b) Librerías a utilizar

Cuadro 11
Librerías Arduino

Librería	Descripción	Funcionabilidad
Serial	Es una librería que nos permite comunicarnos con el puerto serie de los microcontroladores	Comunicar el puerto serie del Arduino con el PC Nos permite
Time	Es la librería que tiene acceso a la hora y fecha del sistema.	extraer la fecha y hora actual para registrar nuestros datos.

Fuente: Elaboración propia

c) Proceso de conceptualización

En el proceso de conceptualización se obtuvo el análisis completo sobre las necesidades y funciones que presentaba el sistema de riego. El autor observó el funcionamiento y desempeño que el sistema de riego muestra en las áreas de cultivos, con tales antecedentes se procedió a realizar una encuesta a los usuarios del Caserío Sacuayoc del Distrito de Matacoto – Yungay, la cual ayudó a definir el alcance que debía tener la automatización propuesta en las áreas de cultivo respecto al sistema de riego en base a las necesidades hídricas del cultivo.

Cuadro 12

Especificaciones de alcance, análisis, reflexión sobre problemas y soluciones

Actividad	Responsables Participantes	Observaciones	Técnicas/Herramientas	Productos
Identificar problemas y Necesidades	Responsable: El autor. Participante: Usuarios		Técnicas: Encuesta	Encuesta
Análisis y reflexión sobre los problemas y sus posibles soluciones	Responsable: El autor. Participante: Usuarios	Se consideró la solución más adecuada en base a la necesidad de mejorar el control de riego	Técnicas Planificación estratégica de la ubicación del control y módulos	Realizar una automatización de riego
Definición del alcance de la investigación del proyecto	Responsable: El autor. Participante: Usuarios	Propuesta del desarrollo de la solución y su factibilidad	Alcance del proyecto	Automatización de riego
Elaboración de propuesta de desarrollo	Responsable: El autor. Participante: Usuarios	Automatización de riego en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc	Hardware libre/Automatización	Ficha técnica aportada por el auto

Fuente: Elaboración propia

d) Proceso de Administración

El proceso de administración se elaboró con base a los resultados que se extrajeron de los distintos procesos de conceptualización, se tomaron decisiones acerca del sistema en cuanto a la arquitectura, necesidades para el riego automatizado y la asignación de los componentes de hardware y software por lo que el autor optó por utilizar la ficha

técnica realizada en la fase anterior, con propósitos, alcance, detalles y restricciones mostrados en el Cuadro 13.

Cuadro 13
Descripción del dispositivo a desarrollar

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas/Plantillas	Productos
Riego Automatizado con tecnología a Arduino	Responsables: El autor. Participante: El autor.	Ficha técnica ver Anexo 3	Programación de riego de acuerdo a las áreas de cultivo.	Descripción del dispositivo requerimientos	Esquema electrónico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14
Administración técnica del proyecto

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas/Herramientas	Productos
Requerimientos del código fuente sistema de riego	Responsable: El autor. Participante: El autor. Usuarios	Tecnología Arduino	Uso de librerías adecuadas a los módulos del Arduino	Caso de uso	Diagrama de flujo para elaboración del código fuente.

Fuente: Elaboración propia

Proceso de administración de hardware y software

El proceso de administración de hardware se empleó la tecnología Arduino como hardware libre, hardware programable, conveniente a las necesidades que presenta el riego automatizado, adaptable a múltiples componentes periféricos, que son

necesarios para complementar la automatización del control de riego, se define los procesos que cumplirán cada uno de los módulos y actuadores, de acuerdo a la información acerca de las características y desempeño necesarias, se procedió a la búsqueda de los componentes a emplear el riego automatizado.

e) Proceso de desarrollo

Este proceso se divide en tres etapas como lo refiere el proceso de desarrollo, mismas que son: Especificación de Hardware, Programación de dispositivos y Desarrollo.

Cuadro 15
Especificación de hardware estático

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/ Herramientas	Productos
Especificación del diagrama esquemático	Responsables: El autor. Participantes: El autor.	Especificación del diseño esquemático	Acondicionamiento de las posiciones del módulo según su estructura.	Diseño esquemático	Esquema de delineamiento de prototipo electrónico junto a tecnología Arduino Ver Gráfico 24

Fuente: Elaboración propia

- Especificación de hardware

Con la información que suministra la página web de Arduino el autor analizó las funciones de la tecnología, en las que encontró que la tecnología Arduino uno y

Arduino mega eran las más adecuadas para el control de riego, procediendo a adquirir las tecnologías, comprobando el desempeño y función en la adaptación de los diferentes módulos a utilizar.

En principio las tecnologías presentaron las mismas ventajas, sin embargo al momento de analizar los diferentes módulos y actuadores de las dos tecnologías se encontró con la problemática que la tecnología Arduino r3 consta con 13 puertos digitales limitando la inclusión de actuadores, procediendo a utilizar la tecnología Arduino mega ya que cuenta con 58 puertos digitales de entradas y salidas capaces de soportar mayores módulos y actuadores.

Modulo lector micro SD. adapter V1.0 el autor analizó el módulo lector de micro Sd. en lo que refiere a las características, requerimientos y funcionalidades necesarias al control de riego, la dimensión que presenta el módulo permite emplear la tecnología Arduino, en cuanto a lo electrónico el dispositivo no necesitó de ningún convertidor de 5v a 3.3v que en versiones anteriores se necesitaba para funcionar adecuadamente con los voltajes internos del Arduino mega, ya que este lo incorpora; Para el almacenamiento de los reportes que genera el riego Automatizado se analizó, los tipos de memorias en cuanto a la compatibilidad que acepta el módulo lector micro Sd, se obtuvo que lo recomendado era incorporar una tarjeta micro Sd. de 2Gb, la que permitió revisar los reportes generados desde un Pc o Tablet lo que permitirá al usuario mejorar el horario en el control de riego.

La visualización para el usuario sobre el desarrollo que efectúa el riego automatizado se presentará por medio de un módulo Lcd, el autor analizó varios modelos de módulos Lcd, en base a los requerimientos, características, funcionalidades y desempeño, se observó que todos los módulos de este tipo presentan la misma funcionalidad por lo que se concentró en indagar sobre sus dimensiones ya que al emplearse en la tecnología, debe proporcionar espacio a los diferentes dispositivos y módulos que conlleva, dando como resultado la elección del módulo Lcd, 2x16 como pantalla del control de riego.

Módulo Rtc, para mantener el control de riego en fecha y hora exacta se instalara un módulo Rtc, el autor analizó las características y desempeño, tal como la batería que usa y el voltaje de ingreso que necesita para su funcionamiento, en las dimensiones y funciones son similares a otros módulos, se optó por el módulo Rtc 12c, este trae integrado un convertidor de voltaje de 5v a 3.3v que permite manejar los voltajes internos del Arduino, la memoria interna de 2Kb que almacena datos sobre los horarios.

Para el manejo de corriente externa necesaria en el control de riego del encendido de una electroválvula el autor utilizó un **módulo relé**, por lo general este dispositivo no tiene gran diferencias entre uno y otro, todos cumplen con su principal característica, por lo que se concentró en los acoples del Arduino con la electroválvula, entradas y salidas de voltajes, se analizó el módulo relé dual que soporta hasta 110v para la conexión de la electroválvula.

El teclado matricial, como interface entre el usuario y el control, en el ingreso de nuevos valores al riego, sin que el usuario tenga la necesidad de modificar el código del riego automatizado empleado en la tecnología Arduino, en la búsqueda de este módulo el autor optó por un teclado numérico 4x3, dado que cumplía con los requisitos y funciones específicas necesarias por el control de riego.

- **Programación de dispositivos**

La programación de los dispositivos es uno de los procesos más importantes, ya que en este se desarrolló el código de programación, el autor realizó los respectivos análisis y pruebas del código que se empleó en la tecnología Arduino, realizó ensayos del código por separado de cada módulo, comprobando la buena interacción con la tecnología Arduino.

Proceso de codificación

El proceso de codificación se realizó mediante la recolección de información ya analizada y procesada en los métodos y técnicas usadas, las cuales se encuentran representadas en el diagrama de flujo, esta información facilita la dirección que toma el código al momento de desarrollar el lenguaje de programación que se emplea en la tecnología Arduino junto con los actuadores a integrar en la automatización del riego logrando desarrollar la tecnología.

- **Integración**

El autor del empleo de riego automatizado integra los módulos, que actuarían junto a los condensadores, resistencias, convertidores de voltajes, relé, todos estos necesarios en el proceso de ensamble del control de riego en la parte de integración del hardware en la placa impresa. Se realiza pruebas pertinentes y necesarias para la verificación del correcto funcionamiento entre los actuadores y tecnología Arduino, además de ensayos de funcionamiento en el comportamiento del Desarrollo de Hardware Libre (HDL) comprobando su buen funcionamiento junto a los componentes del desarrollo del riego automatizado se muestran en detalle en los Cuadros 16 – 17.

Cuadro 16
Integración

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Técnicas/ Herramientas	Productos
Integración de los módulos, programación de dispositivos	Responsables: El autor. Participantes: El autor.	circuito impreso	Programación en lenguaje Arduino, software Arduino	software y hardware Integrada

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17
Integración del software en el hardware

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas	Productos
Integración del software en el hardware	Responsables: El autor. Participantes: El autor.	Tecnología Arduino, módulos, código fuente	El proceso de cargar del código fuente se lo realizo mediante una pc con el software Arduino	Integración	Arduino Programada Ver figura 18

Fuente: Elaboración propia

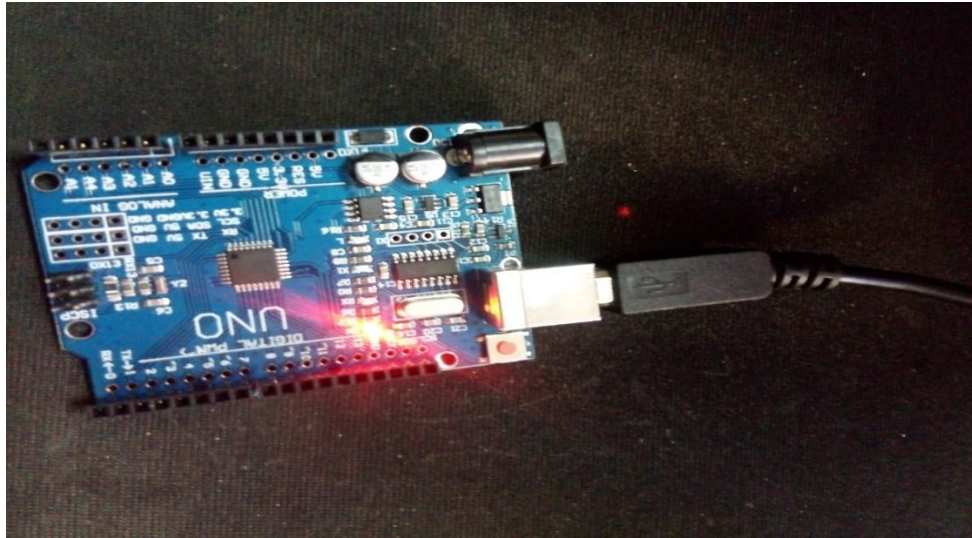
Cuadro 18
Verificación y Simulación

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas	Productos
Verificación de las etapas luego de la integración	Responsable: El autor. Participante: El autor.	Ficheros del proyecto	En función de los requerimientos del sistema	Verificación del software integrado al hardware	Simulación Ver foto

Fuente: Elaboración propia

Verificación y simulación desarrollada en los procesos que se efectúan en el riego automatizado.

Gráfico 20
Simulación efectuada en el control de riego



Fuente: Elaboración propia

6.2. Pruebas

Se verificó el correcto funcionamiento de la simulación del riego automatizado, observando el adecuado desempeño con los diferentes componentes periféricos tales como el Módulo Sd, Modulo Rtc, Modulo, Relé, pantalla Lcd, necesarios en el desarrollo del proyecto.

Cuadro 19
Prueba del prototipo de riego automatizado

PRUEBA	
Objetivo	Verificar la compatibilidad
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el cable serial 2. Encender el Arduino UNO 3. Entrar al Arduino IDE 4. Abrir el puerto serie
Objetivo	Programar fecha actual, hora de inicio y hora fin de riego
Resultado esperado	Los datos son tomados correctamente
Resultado obtenido	Éxito

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20
Liberación del hardware y software

Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas	Productos
Liberación del control de riego	Responsables: El autor. Participantes: El autor.	Hardware determinado	Búsqueda de lugar óptimo para su simulación		Gráfico 21

Fuente: Elaboración propia

Presentación del área donde se efectúan los procesos de riego automatizado empleando tecnología Arduino, lugar donde se realizaron pruebas que demostraron su buena ejecución en los procesos de riego en las áreas de cultivo del Caserío de Sacuayoc.

Gráfico 21
Área de cultivo del Caserío de Sacuayoc



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VII: IMPLEMENTACIÓN

Este capítulo permitirá describir los procesos de riego automatizado y evaluación de la solución tecnológica; nos permitirá puntualizar los beneficios y el impacto en su desarrollo efectivo e identificar las oportunidades que esta actividad proporciona para mejorar el desempeño del proyecto, para el aprendizaje y para la toma de decisiones a futuro. Es importante mencionar que este capítulo es una mera descripción sugerida debido a que no se llegó a implementar.

7.1. Monitoreo y evaluación de la solución

7.1.1. Monitoreo

Para realizar un seguimiento adecuado del proyecto riego automatizado, se recomienda contar con un plan de monitoreo que debe ser acordado entre los involucrados (responsables y beneficiarios) y se hará desde la etapa de diseño del proyecto, pensando estratégicamente tanto en los procesos de monitoreo como en los de evaluación.

Esto es fundamental para que puedan considerarse los recursos necesarios y para posibilitar la operación del monitoreo desde el inicio de las actividades.

Se usara estas herramientas para registrar la información, tales como:

- Formatos del Plan e informe de Monitoreo de la distribución de recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc.
- Formato de registro información de monitoreo.

Estos formatos serán elaborados con la periodicidad que se estime necesaria (mensual, semestral, anual, etc.).

7.1.2. Evaluación

La evaluación se construirá a partir del monitoreo y puede efectuarse en diferentes momentos, o incluso años después de completada la acción (en el caso de evaluaciones de impacto o sustentabilidad), según lo establezcan las normas. Para lograr hacer una buena evaluación se tendrá en cuenta las siguientes características.

- Ser imparcial y transparente.
- Tener elementos participativos: refleja intereses, necesidades y percepciones de las partes involucradas.
- Tener credibilidad y ser útil: Contribuye oportunamente al proceso de decisión de aprendizaje organizativo y de los involucrados.
- Ser eficiente: Relación equilibrada entre el costo y el beneficio.

7.2. Bitácora y puesta a punto

No se realizó las pruebas necesarias para desarrollar esta parte de la tesis, debido a que no se logró implementar el riego automatizado.

CAPITULO VIII: RESULTADOS

8.1. Prueba de hipótesis

Hipótesis General: El uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018.

Formulamos de la hipótesis alternativa y la nula

H1: El uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018.

H0: El uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, no mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018.

Cuadro 21
Prueba de chi – cuadrado

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6.857(b)	1	.009
Corrección por continuidad(a)	5.429	1	.020
Razón de verosimilitudes Estadístico exacto de Fisher	6.929	1	.008
Asociación lineal por lineal	6.725	1	.010
N° de casos válidos	52		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Interpretación

Del Cuadro 21, como el valor de significancia (valor crítico observado) $0.009 < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir que el uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018, a un nivel de 95% de confianza.

8.2. Presentación de resultados cuadros y gráficos de la encuesta a usuarios

Validación del cuestionario

En el presente estudio de investigación se ha utilizado dos instrumentos en formato de encuesta; el cual se denomina: "Cuestionario dirigido a Usuarios del riego automatizado del caserío de Sacuayoc – Yungay.2018", que nos permitió obtener datos referidos para el uso del riego automatizado empleando tecnología Arduino para la buena distribución de recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc.

El primer instrumento denominado: "Cuestionario dirigido a Usuarios del riego automatizado del caserío de Sacuayoc – Yungay.2018", fue validada mediante la consulta a 52 Usuarios beneficiarios entre técnicos y profesionales universitarios a través de un cuestionario, en el cual se presentaron los factores considerados en el estudio, que constituyeron en 14 ítems, para ello se les solicitó que califiquen la

correspondencia de su aplicación, mediante una escalas valorativa correspondientes a cada pregunta. A continuación, se presenta los resultados de dicha consulta:

Cuadro 22
Género de usuarios beneficiarios del riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Masculino	34	65.4 %	65.4 %
	Femenino	18	34.6 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 12, en lo que corresponde al género de los encuestados, usuarios beneficiarios del riego, el 65.4% son Masculinos y el 34.6% es Femenino.

Cuadro 23
Grado de instrucción de beneficiarios de riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Primaria completo	4	7.7 %	7.7 %
Secundaria completo	14	26.9 %	34.6 %
Técnico	18	34.6 %	69.2 %
Universitario	16	30.8 %	100.0 %
Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 23, con respecto al grado de instrucción de los beneficiarios de riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018, los de mayor porcentaje, el 34% son técnicos, el 30% universitario y otros en menor porcentaje.

1. ¿Qué tipo de sistema de riego utilizan actualmente en el caserío de Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 24
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 01

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Riego por Goteo	29	55.8 %	55.8 %
Riego por Inundación	23	44.2 %	100.0 %
Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 24, con respecto al sistema riego que utilizan actualmente en el caserío de Sacuayoc-Yungay, el 55.8% de los encuestados manifiesta que el riego que utilizan es por Goteo y el 44.2% Riego por Inundación.

2. ¿Cómo considera el sistema de riego que actualmente utilizan en el caserío de Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 25
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 02

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Regular	33	63.5 %	63.5 %
Malo	19	36.5 %	100.0 %
Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 25, con respecto a la consideración del sistema de riego que actualmente utilizan en el caserío de Sacuayoc-Yungay, el 63.5% manifiesta que es Regular y el 36.5% que es Malo.

3. ¿Usted cree que el sistema de riego utilizado es eficiente y confiable?

Cuadro 26
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 03

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	No	49	94.2 %	94.2 %
	No sé	3	5.8 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 26, sobre la eficiencia y confiabilidad del sistema de riego que utilizan actualmente, el 94.2% manifiesta que No es eficiente y confiable y el 5.8% responde No sé.

4. ¿Usted cree que el sistema de riego podría mejorar con su automatización empleando tecnología Arduino?

Cuadro 27
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 04

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
	Si	49	94.2 %	94.2 %
	No sé	3	5.8 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 27, en cuanto al sistema de riego que actualmente utilizan pueda mejorar con la automatización empleando tecnología Arduino, el 94.2% de los encuestados manifiesta que Si y el 5.8% responde No sé.

5. ¿Usted cree que debe de invertir en la implementación de riego automatizado empleando tecnología Arduino en áreas de cultivo del Caserío Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 28
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 05

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Si	51	98.1 %	98.1 %
No sé	1	1.9 %	100.0 %
Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 28, sobre la inversión en la implementación del riego automatizado empleando tecnología Arduino en las áreas de cultivo del Caserío de Sacuayoc-Yungay, el 98.1% de los encuestados concederán que Si y solo el 1.9% respondo No sé.

6. ¿Cree usted que mejorara el control y manejo de recurso hídrico con esta solución tecnológica?

Cuadro 29
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 06

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	52	100.0 %	100.0 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 29, con respecto a la solución tecnológica para el control y manejo del recurso hídrico, el 100% de los encuestados manifiestan que Si mejorara.

7. ¿Usted permitiría automatizar el sistema de riego que actualmente tiene?

Cuadro 30
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 07

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	52	100.0 %	100.0 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 30, sobre la automatización del sistema de riego que actualmente utilizan, el 100% de los encuestados manifiestan que Sí.

8. ¿Cómo considera la distribución de recurso hídrico en áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 31
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 08

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Regular	15	28.8 %	28.8 %
Malo	37	71.2 %	100.0 %
Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 31, de cómo considera la distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 71.2% de los encuestados manifiestan que es Malo y solo el 28.8% que es Regular.

9. ¿Cree usted que puede mejorar el sistema de riego que actualmente utilizan, en cuanto a la distribución de recurso hídrico?

Cuadro 32
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 09

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	50	96.2 %
	No sé	2	3.8 %
	Total	52	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 32, en cuanto al sistema de riego y la distribución de recurso hídrico que actualmente utilizan, el 96.2% de los encuestados manifiesta que Si puede mejorar y solo el 3.8% responde que No sé.

10. ¿Cree usted que el recurso hídrico que actualmente disponen es suficiente para el riego de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 33
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	25	48.1 %	48.1 %
	No	27	51.9 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 33, con respecto a la disponibilidad del recurso hídrico para el riego de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 51.9% de los encuestados manifiesta que No es suficiente y el 48.1% que Sí.

11. ¿Cree usted que la distribución de recursos hídricos tiene relación directa con la producción de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 34
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 11

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	51	98.1 %	98.1 %
	No sé	1	1.9 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 34, en cuanto a la relación directa entre el recurso hídrico y la producción de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 98.1% de los encuestados considera que Si y solo el 1.9% responde No sé.

12. ¿Cree usted que es necesario automatizar el sistema de riego que actualmente utilizan en la distribución de recursos hídricos?

Cuadro 35
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 12

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	47	90.4 %	90.4 %
	No sé	5	9.6 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 35, sobre la automatización del sistema de riego que actualmente utilizan para la distribución de recurso hídrico, el 90.4% de los encuestados manifiestan que Si es necesario y solo 9.6% responde No sé.

13. ¿Cree usted que el uso de los sensores de medición es importante para la distribución de recursos hídricos?

Cuadro 36
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 13

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	46	88.5 %	88.5 %
	No sé	6	11.5 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 36, sobre el uso de sensores de medición por la distribución de recurso hídrico, el 88.5% de los usuarios manifiestan que Si es importante y solo el 11.5% responde que No sé.

14. ¿Cuál es el principal problema para la producción de las áreas de cultivo en el caserío de Sacuayoc-Yungay?

Cuadro 37
Resultados cuantitativos de la pregunta N° 14

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	Falta de recurso hídrico	45	86.5 %	86.5 %
	Falta de presupuesto	7	13.5 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Del Cuadro 37, con respecto al problema para la producción de las áreas de cultivo en el caserío de Sacuayoc-Yungay, el 86.5% de los usuarios considera la Falta de recurso hídrico y solo el 13.5% considera la Falta de presupuesto.

8.3. Resultados de la entrevista al director regional de agricultura

De la entrevista realizada al Ing. Artemio Angulo Sánchez director regional de agricultura, se obtuvo la información que a continuación se detalla.

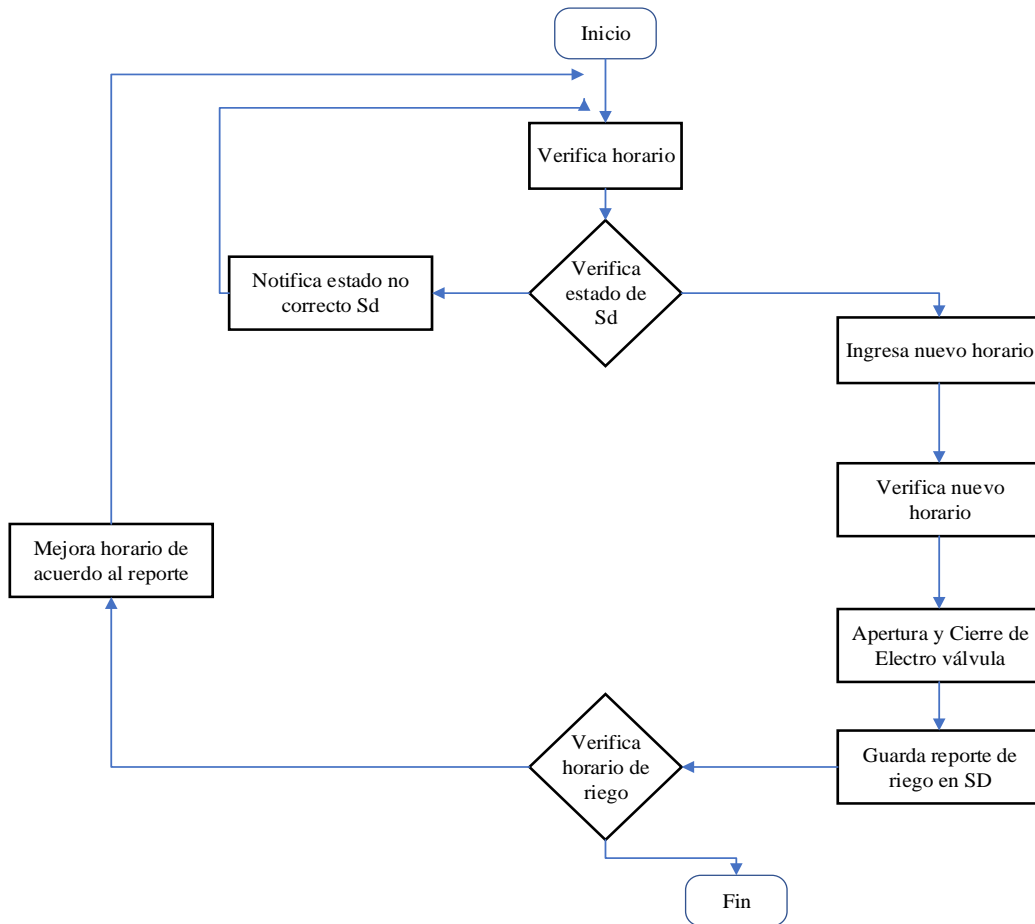
- Con respecto al tipo de riego que utilizan en la región Ancash, manifiesta que en su mayoría utilizan el riego tradicional, riego por inundación.
- En cuanto a la consideración de los sistemas de riego que se utiliza en el departamento de Ancash, considera que es poco eficiente y confiable.
- En lo que corresponde a la automatización de los sistemas de riego que actualmente utilizan, manifiesta que si mejoraría considerablemente.
- En lo que corresponde a la inversión que se debe de hacer en implementación de riego automatizado empleando tecnología Arduino, manifiesta que si se debe de invertir.
- En lo que corresponde al control y manejo de recursos hídricos, considera que la tecnología sería una buena solución para tal fin.
- Con respecto a la distribución de recursos hídricos en las áreas de cultivo en el departamento de Ancash, considera que es muy malo, esto por la falta de cultura de parte de los usuarios.

- Sobre la disponibilidad de recursos hídricos en el departamento de Ancash, manifiesta que con el pasar de los años el líquido elemento es cada vez más escaso, el cual tendría como causa en la producción de las áreas de cultivo.
- De la relación de la distribución de recursos hídricos con la producción de las áreas de cultivo, manifiesta es estos tienen una relación directa.
- Sobre la automatización de los sistemas de riego, considera que es muy necesario su automatización y de esta manera se tenga una mejor distribución de los recursos hídricos en las áreas de cultivo.
- Sobre los sensores de medición, manifiesta que son muy importantes ya que permitirá la intervención oportuna al momento de realizar el riego en las áreas de cultivo.

8.4. Resultados de procesos de riego automatizado

El autor realizó un modelo Uml donde defino los requisitos, perspectivas y necesidades de la automatización, se inició con el desarrollo del diagrama de flujo de datos grafico 22 obteniendo el diseño funcional del control riego automatizado en el caserío de Sacuayoc – Yungay.

Gráfico 22
Diagrama de flujo de procesos de riego

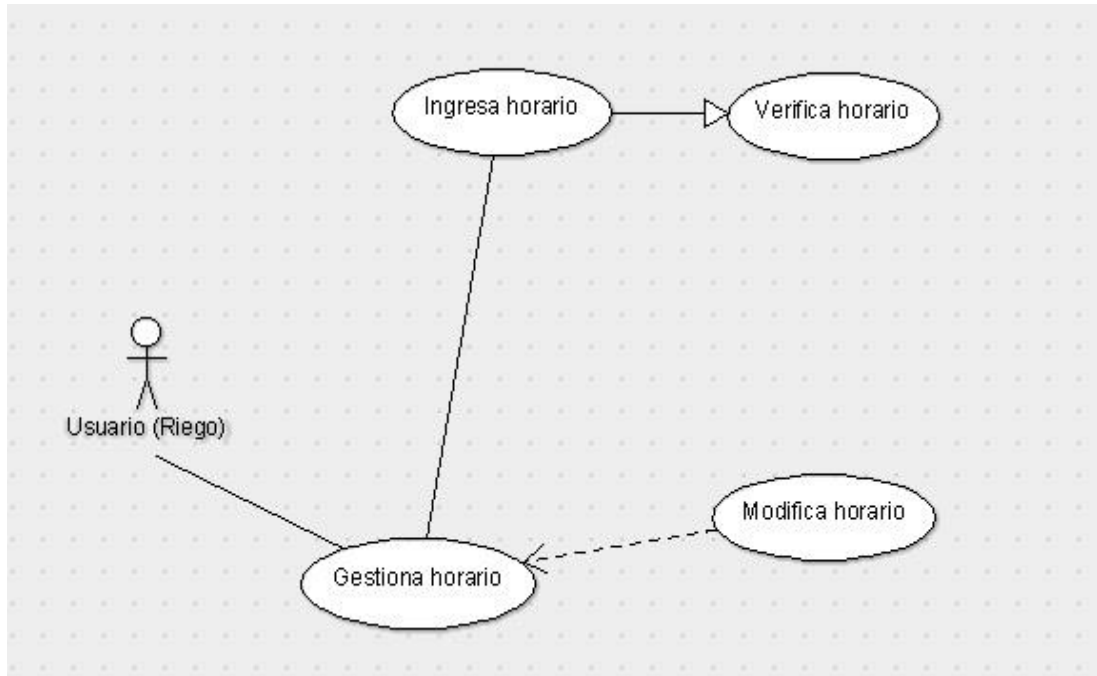


Fuente: Elaboración propia

Durante la investigación también fue necesario realizar casos de uso para representar los requerimientos del riego automatizado, para verificar y validar cada elemento.

El diagrama de caso de uso, evidenciado en la Gráfico 23 hace referencia a las funciones del usuario del regadío, mismas que se detallan a continuación:

Gráfico 23
Casos de uso (Usuario de riego)

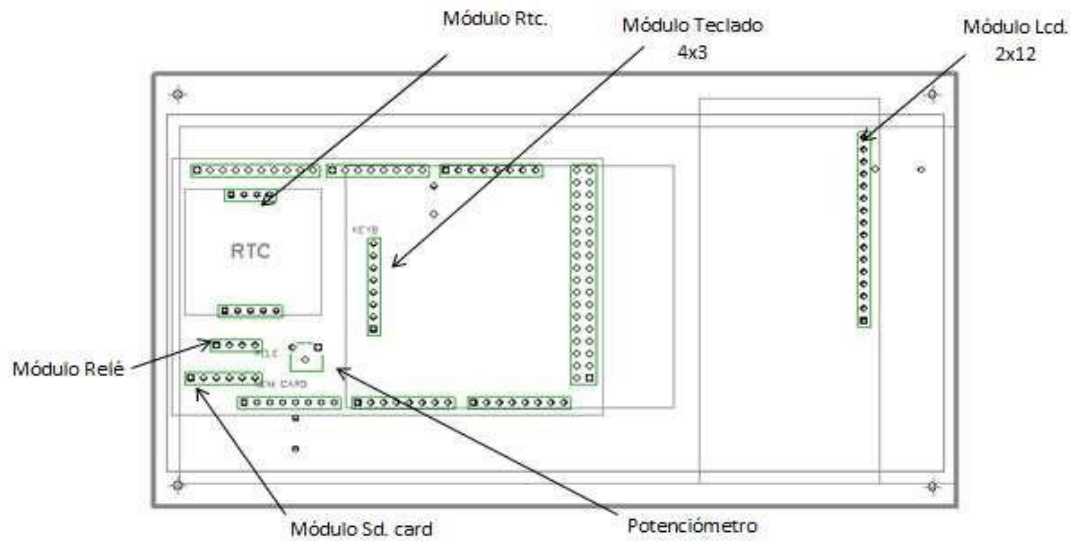


Fuente: Elaboración propia

Para dar cumplimiento el segundo objetivo específico el autor diseñó un delineamiento de prototipo mediante un esquema electrónico realizado en Fritzing, esquema electrónico junto a los componentes que conforman el riego automatizado, diseño del circuito impreso diagrama electrónico elaborado para emplear de los componentes de hardware en el control de riego junto a la tecnología Arduino, e integración del código fuente, como se muestran en los gráficos 24, 25 y 26.

Gráfico 24

Esquema de delineamiento de prototipo electrónico junto a tecnología Arduino



Fuente: Elaboración propia

Una vez concluidos los procesos anteriores se procedió a la programación del código que se emplea en la tecnología Arduino junto con los actuadores a integrar en el riego automatizado mostrado en la Gráfico 25 y 26.

Gráfico 25

Código fuente al riego automatizado

```

proy_Riego Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

proy_Riego
28
29 void loop()
30 {
31     if (Serial.available() > 0) //hay caracteres recibidos en el puerto serie
32         procesaMsg();
33
34     Serial.print("son las: "); //muestro por el puerto serie la hora
35     Serial.print(String(hour()) + ":" + String(minute()) + ":" + String(second())
36                 + "Inicio: " + String(horaInicio) + ":" + String(minutoInicio)
37                 + "Fin: " + String(horaFin) + ":" + String(minutoFin));
38     if (esHoraRiego()) { //comprobamos si es hora de riego
39         Serial.println("--> Es hora de riego"); //es hora de riego: informo por serie
40         digitalWrite (EVpin, HIGH); //activo la EV - alto
41     }
42     else {
43         Serial.println("--> El riego a terminado"); //no es hora de riego: informo por serie
44         digitalWrite (EVpin, LOW); //cierro la EV - bajo
45     }
46     delay(1000);
47 }
48
49
50 boolean esHoraRiego() {
51     int momentoInicio = (horaInicio * 60) + minutoInicio;
52     int momentoFin = (horaFin * 60) + minutoFin;
53     int momentoAhora = (hour() * 60) + minute();
54
55     if (momentoInicio <= momentoAhora && (momentoAhora <= momentoFin)) {
56         return true; // estamos en periodo de riego
57     }
58     else {
59         return false; //no estamos en periodo de riego
60     }
61 }
62
63
64 void procesaMsg()

```

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 26

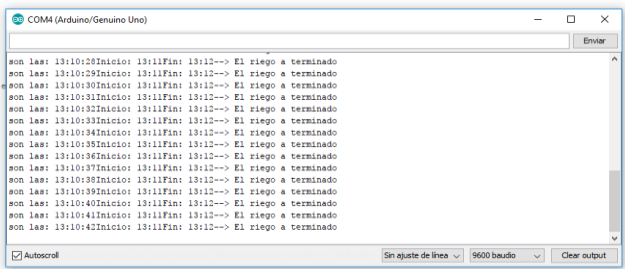
Comprobación de la funcionalidad

```

proy_Riego Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

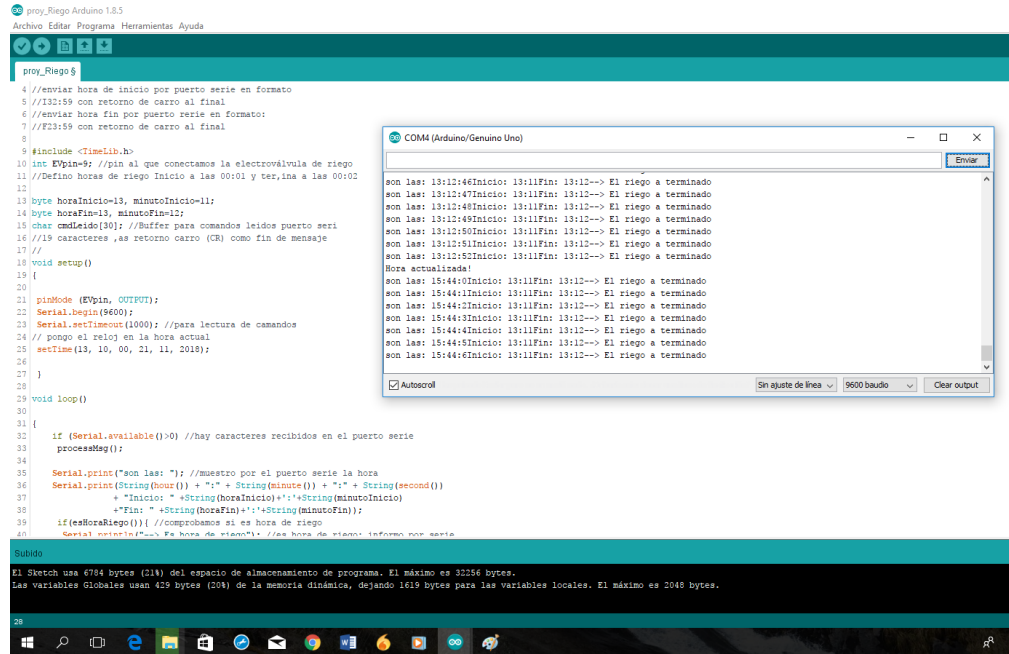
proy_Riego
61 }
62 }
63
64 void procesaMsg()
65 {
66     Serial.readBytesUntil('\n', cmdLeido, 30); //leer comando
67     switch (cmdLeido[0]) { //primer caracter del comando
68         case 'S':
69             //poner en hora
70             Serial.println("hora actualizada!");
71             //para poner en hora resto el ASCII del caracter '0' para obtener
72             setTime((cmdLeido[1]-'0')*10+(cmdLeido[2]-'0'), //horas
73                   (cmdLeido[3]-'0')*10+(cmdLeido[4]-'0'), //minutos
74                   (cmdLeido[5]-'0')*10+(cmdLeido[6]-'0'), //segundos
75                   (cmdLeido[7]-'0')*10+(cmdLeido[8]-'0'), //día
76                   (cmdLeido[9]-'0')*10+(cmdLeido[10]-'0'), //mes
77                   (cmdLeido[11]-'0')*10+(cmdLeido[12]-'0'), //año
78                   (cmdLeido[13]-'0')*1000+(cmdLeido[14]-'0')*100+
79                   (cmdLeido[15]-'0')*10+(cmdLeido[16]-'0')); //segundo
80             break;
81         case 'I':
82             //programar hora de inicio
83             horaInicio = (cmdLeido[1]-'0')*10+(cmdLeido[2]-'0');
84             minutoInicio = (cmdLeido[3]-'0')*10+(cmdLeido[4]-'0');
85             Serial.println("Programada - hora inicio de Riego!");
86             break;
87         case 'F':
88             //Programar hora de fin
89             horaFin = (cmdLeido[1]-'0')*10+(cmdLeido[2]-'0');
90             minutoFin = (cmdLeido[3]-'0')*10+(cmdLeido[4]-'0');
91             Serial.println("Programada - hora fin de Riego!");
92             break;
93     }
94 }
95
96 }
97

```



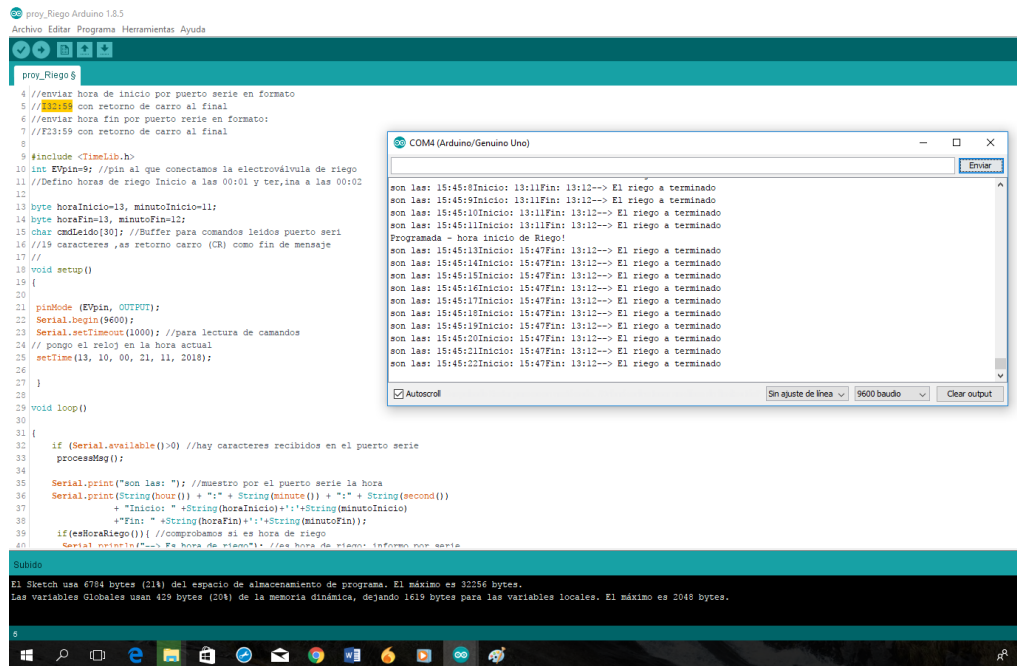
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 27 Programación de hora y fecha actualizada



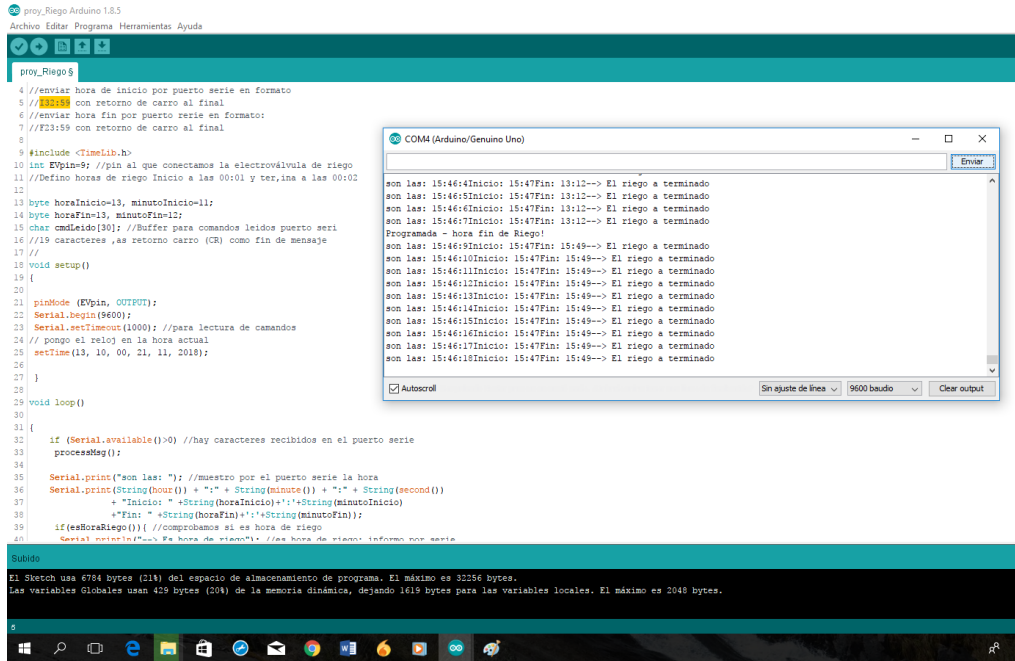
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 28 Programación hora de inicio de riego



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 29
Programación hora fin de riego



Fuente: Elaboración propia

Calculo del posible índice de gasto de recurso hídrico en el riego automatizado antes y después de la automatización. Esto demostrara la efectividad en la distribución de recursos hídricos en el área de cultivo del Caserío de Sacuayoc – Yungay. Cuadro 36

Cuadro 38
Índice de gasto del agua

Uso del agua sin control			
Diario	Horas	Cantidad de agua	Total agua
1 a 12	3	800 litros x h	2400 litros
13 a 24	4	800 litros x h	3200 litros
Uso del agua con control			
Diario	Horas	Cantidad de agua	Total agua
1 a 12	2	800 litros x h	1600 litros
13 a 24	2	800 litros x h	1600 litros

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IX: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9. 1. Análisis y diagnóstico de la distribución del recurso hídrico.

Teóricamente se plantea que la distribución del recurso hídrico es el elemento principal para la agricultura y, en general, para todas las actividades humanas. El recurso hídrico es el elemento más afectado por el cambio climático dada la variación del ciclo hidrológico. Pero, al mismo tiempo, la oferta del recurso hídrico está disminuyendo no solamente por la variación del ciclo hidrológico, sino por el mal uso del agua y no solamente por las anticuadas técnicas y usos de riego, sino por el despildeo del mismo elemento dado que todavía no hay una cultura del uso eficiente del agua.

Por ese motivo, hemos considerado que la gestión de la demanda del agua desde un punto de vista social y tecnológico será una de las tareas vitales en el futuro cercano, lo cual influirá en la disminución de la vulnerabilidad de la población rural ante la futura escasez del agua.

Dentro de este enfoque, debe tenerse en cuenta que la eficiencia de riego en la agricultura serrana es muy baja, inferior al 15 %, y dado que esta actividad consume entre el 80 y 85 % de la oferta del recursos hídricos, entonces, consideramos que no solamente desde el punto de vista de la productividad agrícola, sino también desde el punto de vista del uso general del recurso hídrico, es importante abordar el buen uso

del agua en la agricultura. En consecuencia, la gestión de la demanda del agua y dentro de la gestión de cuencas se considere una estrategia importante ante las actuales circunstancias del cambio climático.

En la provincia de Yungay, la agricultura representa al menos un 80 % de la economía del lugar, por lo que el cambio climático y los escasos del recurso hídrico incide directamente en la actividad económica de la provincia y, en general, en la vida de los pobladores.

Los resultados de la investigación desarrollada indican que:

En cuanto a lo que corresponde sobre la distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 71.2% de los encuestados manifiestan que es Malo y solo el 28.8% que es Regular, tal como se muestra en el Cuadro 31.

Sobre el sistema de riego y la distribución de recurso hídrico que actualmente utilizan, el 96.2% de los encuestados manifiesta que Si puede mejorar y solo el 3.8% responde que No sé, como se muestra en el Cuadro 32.

De la disponibilidad del recurso hídrico para el riego de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 51.9% de los encuestados manifiesta que No es suficiente y el 48.1% que Si, tal como se pueden apreciar en el Cuadro 33.

Sobre la relación directa entre la distribución del recurso hídrico y la producción de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 98.1% de los encuestados

considera que Si existe una relación directa y solo el 1.9% responde No sé, el cual se puede mostrar en el Cuadro 34.

Sobre la automatización del sistema de riego que actualmente utilizan para la distribución de recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay, el 90.4% de los encuestados manifiestan que Si es necesario y solo 9.6% responde No sé, como se aprecia en el Cuadro 35.

En lo que corresponde al uso de sensores de medición par la distribución de recurso hídrico, el 88.5% de los usuarios manifiestan que Si es importante y solo el 11.5% responde que No sé, como se visualiza en el Cuadro 36.

Con respecto al problema para la producción de las áreas de cultivo en el caserío de Sacuayoc-Yungay, el 86.5% de los usuarios considera la Falta de recurso hídrico y solo el 13.5% considera la Falta de presupuesto, como se muestra en el Cuadro 37.

9. 2. Análisis del delineamiento del diseño de prototipo con tecnología Arduino para riego automatizado.

Actualmente en el departamento de Ancash , no existe prototipo con tecnología Arduino empleado para la distribución de recurso hídrico en las áreas de cultivo, por lo que se toman los antecedentes de los otros departamentos y provincias del Perú, como es el caso de Moquegua, Junín, Arequipa, cusco y países como el caso de Ecuador, Colombia, Nicaragua y entre otros países desarrollados, donde la prioridad

es la gestión, control y distribución del recurso hídrico para el desarrollo en la agricultura y combatir la pobreza en las zonas alto andinos.

El prototipo de tecnología Arduino que se propone para riego automatizado controlara la distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc – Yungay. Donde dentro del alcance se intervienen a los usuarios beneficiarios del riego; este prototipo nos permitirá controlar y mantener el software actualizado en cuanto a la hora de riego, visualización de procesos que realiza el riego automatizado y almacenamiento de reportes en la memoria Micro Sd. Los componentes o módulos empleados al prototipo Arduino como lo es Lcd, lector Sd, Relé, Rtc, se incluyen de acuerdo a necesidades y requerimientos que el riego automatizado necesite o establezca el usuario y el lenguaje que se utiliza para su integración es el lenguaje Arduino.

9. 3. Análisis de riego automatizado utilizando tecnología Arduino para la buena distribución de recurso hídrico en área de cultivo.

Es incuestionable, a estas alturas, que sus consecuencias para el planeta pueden ser catastróficas y que deben tomarse medidas para revertirlo. Para lo cual en la provincia se planteó el proyecto mejoramiento *de las capacidades de las comunidades rurales de la provincia de Yungay para reducir su vulnerabilidad y adaptar sus medios de vida al cambio climático y la distribución de recursos hídricos*, realizado en la subcuenta Santo Toribio, afluencia de manantiales y en la cuenca alta del río Santa y abarcando los distritos de Matacoto, Cascapara, Shulpluy, Yungay, Ranrahirca, Mancos y

Yanama; buscando elaborar una propuesta de sistematización de las medidas de adaptación necesarias para enfrentar el cambio climático y el mal uso de los recursos hídricos.

En cuanto al recurso hídrico, manejo inadecuado y aumento de los usuarios, en Agricultura, Riego ineficiente, pérdida de nutrientes del suelo, usos excesivo de los fertilizantes y pesticidas, ampliación de la frontera agrícola, Conocimientos, Transculturación y falta de conocimientos modernos, Organización, desconocimiento de instrumentos de planificación económicos y de monitoreo. Frente a esta situación se pretende ampliar futuras propuestas y ejecución de proyectos de riego tecnificado y la automatización de la misma, donde permita la distribución y uso eficiente del líquido vital agua en las áreas de cultivo tanto en las zonas rurales como en las zonas urbanas de la Provincia de Yungay.

Los resultados de la investigación desarrollada indican que:

Con respecto al sistema riego que utilizan actualmente en el caserío de Sacuayoc-Yungay, el 55.8% de los encuestados manifiesta que el riego que utilizan es por Goteo y el 44.2% Riego por Inundación, como se puede apreciar en el Cuadro 24.

Sobre el sistema de riego que actualmente utilizan en el caserío de Sacuayoc-Yungay, el 63.5% consideran que es Regular y el 36.5% que es Malo, como se visualiza en el Cuadro 25.

En cuanto a la eficiencia y confiabilidad del sistema de riego que utilizan actualmente, el 94.2% manifiesta que No es eficiente y confiable y el 5.8% responde No sé, como se muestra en el Cuadro 26.

Sobre el sistema de riego que actualmente utilizan y que pueda mejorar con la automatización empleando tecnología Arduino, el 94.2% de los encuestados manifiesta que Si puede mejorar y el 5.8% responde No sé, tal como se muestran en el Cuadro 27.

Sobre la inversión en la implementación del riego automatizado empleando tecnología Arduino en las áreas de cultivo del Caserío de Sacuayoc-Yungay, el 98.1% de los encuestados concederán que Si se debe de invertir y solo el 1.9% respondo No sé cómo se aprecia en el Cuadro 28.

En cuanto a la solución tecnológica para el control y manejo del recurso hídrico y su automatización del sistema de riego que actualmente utilizan, el 100% de los encuestados manifiestan que Si mejorara y que si se debe de automatizar, tal como se visualizan en los Cuadros 29 y 30.

CONCLUSIONES

1. El uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018, porque el riego automatizado reduce el volumen de agua de un quinto y un décimo del volumen que actualmente es usado con métodos tradicionales.
2. Según el análisis y diagnóstico de la distribución del recurso hídrico en el caserío Sacuayoc, la población tiene el conocimiento de la necesidad de mejorar sus sistemas de riego que actualmente usan para ahorrar el recurso hídrico y, al mismo tiempo, evitar el deterioro de su suelo utilizando sistemas de riegos tradicionales.
3. En el delineamiento del prototipo con tecnología Arduino para el riego automatizado, se prueba el buen uso de la distribución de recursos hídricos en las áreas de cultivo, lo que influye de manera positiva en la productividad de los cultivos, terrenos y sembríos.
4. El riego automatizado utilizando tecnología Arduino para la buena distribución de recurso hídrico en áreas de cultivo del caserío Sacuayoc, según la encuesta efectuados a los usuarios, se ha constatado que la población tiene una percepción clara de la disminución del recurso hídrico; sin embargo, esperan recibir una adecuada orientación para adoptar procedimientos o acciones que permitan a las próximas generaciones contar con el preciado recurso a pesar del constante

crecimiento demográfico, creen que la tecnología en este caso el riego automatizado es uno de las soluciones para la distribución eficiente del recurso hídrico.

5. El Desarrollo del código fuente para riego automatizado empleando tecnología Arduino fue el adecuado, de manera que se pudo integrar al Hardware y constatar el buen funcionamiento para la buena distribución de recurso hídrico en área de cultivo del caserío Sacuayoc-Yungay.

RECOMENDACIONES

1. Que los sistemas de riego sean de costo accesible a los agricultores pero para esto es necesario efectuar innovaciones tecnológicas, las que solamente pueden llevarse a cabo mediante un proceso de investigación dentro de proyectos similares por parte del gobierno local e instituciones involucradas.
2. Existiendo todavía limitaciones en cuanto a las costumbres de buen uso y eficiente del agua, es necesario identificar ideas para masificar su aplicación. Será necesario que los proyectos venideros de adaptación estén enmarcadas en soluciones tecnológicas de impacto, dado que el vital recurso es la base de la vida y del desarrollo de los pueblos.
3. Se debe elaborar un plano de la interfaz del riego automatizado, de manera comprensible para el usuario, ya que en este se detallan los sitios donde serán instalados los equipos para aportar a la eficiencia y productividad del riego y la distribución de recursos hídricos a los cultivos.
4. Capacitación y adecuada orientación a los usuarios de riego del caserío de Sacuayoc – Yungay en cuanto al uso, cuidado y distribución de recursos hídricos y sus posibles consecuencias en la agricultura y la pobreza intergeneracional.

5. Se debe elaborar una buena ficha técnica, investigar y adquirir mayor conocimiento sobre la creación de fichas técnicas en el proceso de realización de proyectos de solución tecnológica ya sean estos de tipo software o hardware.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abio, S. (2014). *Diseño de un Sistema Automatizado para riego por goteo para la palta Hass*. (P. U. Perú, Ed.) Recuperado el 2017, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6072>
- Agroterra. (2000). *Electrovalvulas* . Recuperado el 2018, de <https://www.agroterra.com/p/electrovalvula/>
- ANA. (2013). *Riego y gestión de recursos hídricos*. Lima.
- Betoseek. (2014). *RTC ds1307 modulo para Arduino*. Recuperado el 2018, de <https://www.betoseek.com/producto/RTC>
- Blass, R. (2012). *Irrigación por goteo* . Recuperado el 2018, de https://es.wikipedia.org/wiki/Riego_por_goteo
- César, J. (2013). *Diseño e Implementación de un prototipo de red inalámbrica tipo mesh, para el monitoreo y control de riegos en una amplia gama de sectores y cultivos (agrícola o florícola) del cantón Pujilí-Barrio Danzapamba*. (E. P. Ejercito-Ecuador, Ed.) Recuperado el 2017, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6443>
- Comisión Técnica Multisectorial. (2012). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú*. Recuperado el 2018, de <http://docplayer.es/2637253-Politica-y-estrategianacional-nacional-de-recursos-hidricos-del-peru.html>

- Ebaytec. (2013). *Modulo lector de tarjeta Sd Arduino*. Recuperado el 2018, de <https://www.ebay.es/itm/micro-sd-modulo-lector-tarjeta-micro-sd-card-arduino/>
- Ediebraham, G., & Ilven, C. (2015). *Diseño de Automatización para Riego Tecnicado y su Interfaz en un Scada para el Fundo de F&F Servicios Asociados SAC*. (U. N. Piura, Ed.) Recuperado el 2017, de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/325/CIE-GAR-CUN-15..pdf?sequence=1>
- FAO. (2012). *Gestión de recursos hídricos*. EEUU.
- Garcia, M., & Briones, A. (2009). *Sistema de Riego por aspersión*. Lima.
- Héctor, C., & William, P. (2015). *Diseño e Implementación de un Sistema de Riego Automatizado y Controlado de forma Inalámbrica para el caserío Pueblo Libre – Canchaque*. (U. N. Piura-Perú, Ed.) Recuperado el 2017, de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/802/IET-CRI-IPA-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEI. (2011). *II Encuesta agropecuaria*. Lima.
- José, C. (2009). *Diseño de un Sistema por Goteo Controlado y Automatizado para Uva Italia*. (P. U. Perú, Ed.) Recuperado el 2017, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/292>
- Juan, V., & Felipe, C. (2013). *Diseño e Implementación de un Sistema de Riegoautomatizado y Controlado de forma inalámbrica para una finca*

- ubicada en el sector popular de balerio estacio.* (U. P. Salesiana-Ecuador, Ed.)
 Recuperado el 2017, de
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5304/1/UPS-GT000434.pdf>
- KitsKart. (2014). *Arduino MEGA 2560 R3* . Recuperado el 2018, de
<https://kitskart.com/product/arduino-mega-2560-r3-with-usb-cable/>
- Mauro, R. (2015). *Sistema electrónico para el monitoreo y control de cultivos utilizando tecnología inalámbrica en la comunidad La Unión del cantón Quero mediante software libre.* (U. T. Ampato-Ecuador, Ed.) Recuperado el 2017, de
http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10589/1/Tesis_984ec.pdf
- Medrano, A. (2011). *Metodología de Desarrollo en Hardware Libre.* Recuperado el 2018, de <http://hl.cenditel.gob.ve/intro/metodologia/>
- Patagoniatec. (2015). *Arduino UNO R3*. Recuperado el 2018, de
<https://saber.patagoniatec.com/2014/03/arduino-uno-r3-2-arduino-argentina-ptec/>
- Pressman, R. (2006). *Ingeniería de Software* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill Interamerica.
- Sherlin. (2000). *Micro controladores.* Recuperado el 2018, de
<http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/>
- SISCODE. (2015). *Sensores* . Recuperado el 2018, de
<https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

Tiendatec. (2014). *Relé 2 canales 5v Arduino*. Recuperado el 2018, de <https://www.tiendatec.es/arduino/reles/>

UNESCO. (2015). *Recursos hídricos*. Washinton DC.

William, C. (2016). *Diseño e Implementación de Sistema de riego automatizado y controlado por una placa Arduino para la finca "la lucia"*. (E. S. López"-Ecuador, Ed.) Recuperado el 2017, de <http://181.196.143.6/bitstream/42000/301/1/TC90.pdf>

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

Cuadro 39
Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿La falta de riego automatizado empleando tecnología Arduino, impide la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018?	Objetivo General Emplear el riego automatizado con tecnología Arduino para la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018	El uso de riego automatizado empleando tecnología Arduino, mejora la distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018.	Variable 1 Automatización empleando tecnología Arduino	Software libre Hardware libre	✓ Programaación en Lenguaje Arduino SDK ✓ Compilación de código fuente en tecnología Arduino	Tipo de Investigación Según la temporalidad, es una investigación del presente. Según el aporte al conocimiento, es una investigación aplicada. Nivel de Investigación La investigación que se realizó corresponde al nivel: Correlacional Método de la Investigación La presente investigación por la naturaleza de las variables en estudio, se utilizó

						el método científico, de análisis y correlacional
	<p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Desarrollar el análisis y diagnóstico de la distribución del recurso hídrico en el caserío Sacuayoc.</p> <p>b. Delinear el prototipo con tecnología Arduino para el riego automatizado.</p> <p>c. Desarrollar el código fuente para riego automatizado empleando tecnología Arduino para la buena distribución de recurso hídrico en área de cultivo del caserío Sacuayoc.</p>		<p>Variable 2</p> <p>Distribución de recurso hídrico</p>	<p>Sensores de medición</p> <p>Recurso hídrico</p>	<p>✓ Productores que aplican riego automatizado.</p> <p>✓ Producción de áreas de cultivo</p> <p>✓ Cantidad de recurso hídrico</p>	<p>Diseño de la Investigación No experimental, correlacional</p> <p>POBLACIÓN DE ESTUDIO 60 Usuarios y profesionales conocedores del tema del Caserío de Sacuayoc, Provincia de Yungay.</p> <p>MUESTRA NECESARIA 52 Personas capacitadas y profesionales conocedores del tema del Caserío de Sacuayoc, Provincia de Yungay.</p>

Anexo 2
Encuesta



Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e informática

ENCUESTA

Tema: “RIEGO AUTOMATIZADO EMPLEANDO TECNOLOGÍA ARDUINO
PARA DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN ÁREAS DE CULTIVO.

CASERÍO SACUAYOC-YUNGAY. 2018”

Estoy desarrollando tesis, cuyo objetivo es emplear el riego automatizado con tecnología Arduino para la buena distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018. En tal sentido, le solicito su colaboración personal contestando a todas las preguntas del cuestionario que se adjunta. Gracias por su valioso aporte. El cuestionario es anónimo y toda la información recabada será absolutamente confidencial y con fines académicos.

**ENCUESTA A BENEFICIARIOS DEL RIEGO AUTOMATIZADO
EMPLEANDO TECNOLOGÍA ARDUINO PARA LA BUENA
DISTRIBUCIÓN DEL RECURSOS HIDRICOS EN ÁREAS DE CULTIVO.
CASERIO SACUAYOC-YUNGAY.2018**

1. GENERALIDADES:

1.1. Edad. :Años

1.2. Sexo. : Masculino () Femenino ()

1.3. Grado de Instrucción :

Primaria completo () Secundaria completa ()

Técnico () Universitario () Otros ()

2. RIEGO AUTOMATIZADO EMPLEANDO TECNOLOGÍA ARDUINO:

2.1.¿Qué tipo de sistema de riego utilizan actualmente en el caserío de Sacuayoc-Yungay?

a. Riego por Goteo ()

b. Riego por Aspersión ()

c. Riego por Inundación ()

d. Otros: ()

2.2. ¿Cómo considera el sistema de riego que actualmente utilizan en el Caserío de Sacuayoc-Yungay?

- a. Muy Bueno ()
- b. Bueno ()
- c. Regular ()
- d. Malo ()

2.3. ¿Usted cree que el sistema de riego utilizado es eficiente y confiable?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

2.4. ¿Usted cree que el sistema de riego podría mejorar con su automatización empleando tecnología Arduino?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

2.5. ¿Usted cree que se debe invertir en la implementación de riego automatizado empleando tecnología Arduino en áreas de cultivo del Caserío de Sacuayoc-Yungay?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

2.6. ¿Cree usted que mejorara el control y manejo del recurso hídrico con esta solución tecnológica?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

2.7. ¿Usted permitiría automatizar el sistema de riego que actualmente tiene?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

3. DISTRIBUCIÓN DE RECURSO HÍDRICO

3.1. ¿Cómo considera la distribución de recurso hídrico en áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay?

- a. Muy Bueno ()
- b. Bueno ()
- c. Regular ()
- d. Malo ()

3.2. ¿Cree usted que puede mejorar el sistema de riego que actualmente utiliza, en cuanto a la distribución de recurso hídrico?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

3.3. ¿Cree usted que el recurso hídrico que actualmente disponen es suficiente para el riego de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

3.4. ¿Cree usted que la distribución de recurso hídrico tiene relación directa con la producción de las áreas de cultivo?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

3.5. ¿Cree usted que es necesario automatizar el sistema de riego que actualmente utilizan en la distribución del recurso hídrico?

- a. Si ()
- b. No ()
- c. No sé ()

3.6. ¿Cree usted que el uso de los sensores de medición es importante para la distribución del recurso hídrico?

- a. Si ()
- b. No ()

c. No sé ()

3.7.¿Cuál el principal problema para la producción de las áreas de cultivo en el caserío de Sacuayoc-Yungay?

a. La falta de recurso hídrico ()

b. Falta de presupuesto ()

c. No sé ()

Gracias...!!

Anexo 3
Ficha técnica de desarrollo de hardware y software

FICHA TÉCNICA
ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS HARDWARE Y SOFTWARE DEL
CONTROL DE RIEGO

INTRODUCCIÓN

“Riego automatizado empleando tecnología Arduino para distribución del recurso hídrico en áreas de cultivo. Caserío Sacuayoc-Yungay. 2018”

La Automatización del sistema de riego realizará los procesos de control la distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo, controlara el flujo de agua en los aspersores y/o goteo en las horas que crea conveniente el usuario por cada tipo de sembrío.

1. PROPÓSITO

El riego automatizado controlara la distribución del recurso hídrico en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc – Yungay.

1.2 Alcance

En el alcance se interviene a los usuarios beneficiarios del riego automatizado en las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc – Yungay.

2. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

2.1 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS HARDWARE (RH)

Esta sección entrega un resumen de todos los requerimientos de hardware.

RH1 Tecnificar los procesos de riego

RH2 Controlar la distribución del recurso hídrico

RH3 Accesibilidad al usuario al riego automatizado

2.2 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS SOFTWARE

Esta sección entrega un resumen de todos los requerimientos software.

RH1 Controlar y mantener el software actualizado en cuanto a la hora de riego

RH2 Visualización de procesos que realiza el riego automatizado

RH3 Almacenar un reporte en la memoria Micro Sd.

3. DETALLE DE REQUERIMIENTOS HARDWARE Y SOFTWARE

3.1 Identificación de requisitos funcionales

Función del control

- Controlar el sistema de riego
- Almacenar información del riego

Entradas

- Datos del horario
- Datos programados del riego

Salidas

- Riego generado
- Visualización de horarios
- Visualización de estado del riego
- Visualización de comprobación de datos en SD

3.2 Especificaciones eléctricas y funcionales

3.2.1 RH1 – Emplear tecnología Arduino, y actuadores para administrar el control de riego

RH1.1 Emplear un Módulo Rtc. (reloj)

RH1.2 Emplear una electroválvula en el control de riego de 110v

3.3 Requerimientos mecánicos

Los componentes o módulos empleados a la tecnología Arduino como lo es Lcd, lector Sd, Relé, Rtc, se incluyeron de acuerdo a necesidades y requerimientos que el riego automatizado necesite o establezca el usuario.

3.3.1 Requerimientos del desarrollo de lenguaje del software

RH2 – Lenguaje Arduino

RH2.1 Software Arduino, Librerías, Sistema Operativo Windows, Fritzing.

RH2.2 Acceso a interface del software Arduino compatible con módulos de hardware.

3.3.2 Requerimientos de Control, Indicadores y Conectores

RH4 – Switch Principal

RH4.1 botón de encendido de resistencia de hasta 32v

3.3.3 Ubicación de Componentes

RH5 – Ubicación de módulos Micro Sd., Relé

RH5.1 Ubicación de un módulo lector de Sd lejos de la entrada de corriente

RH5.2 Ubicación de un módulo Relé lejos de los micros controladores

3.4 Restricciones Específicas

Manipulación del dispositivo con distintos cambios de voltajes

Anexo 4

Edad de usuarios beneficiarios del riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018

Cuadro 40

Edad de usuarios beneficiarios del riego del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	23	1	1.9 %	1.9 %
	24	2	3.8 %	5.8 %
	25	5	9.6 %	15.4 %
	26	3	5.8 %	21.2 %
	27	2	3.8 %	25.0 %
	28	3	5.8 %	30.8 %
	29	2	3.8 %	34.6 %
	30	3	5.8 %	40.4 %
	31	2	3.8 %	44.2 %
	32	3	5.8 %	50.0 %
	33	4	7.7 %	57.7 %
	34	1	1.9 %	59.6 %
	35	4	7.7 %	67.3 %
	36	2	3.8 %	71.2 %
	37	1	1.9 %	73.1 %
	38	1	1.9 %	75.0 %
	39	1	1.9 %	76.9 %
	40	1	1.9 %	78.8 %
	41	1	1.9 %	80.8 %
	42	1	1.9 %	82.7 %
	44	1	1.9 %	84.6 %
	45	2	3.8 %	88.5 %
	45	1	1.9 %	90.4 %
	46	2	3.8 %	94.2 %
	49	1	1.9 %	96.2 %
	50	1	1.9 %	98.1 %
	52	1	1.9 %	100.0 %
	Total	52	100.0 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta a usuarios del caserío de Sacuayoc-Yungay 2018.

Anexo 5

Código fuente riego automatizado empleando tecnología Arduino – Simulación

Código Fuente

```
//enviar hora de sincronización por puerto serie en formato
//S23:59:59-30/06/2018 con retorno de carro al final
//enviar hora de inicio por puerto serie en formato
//I32:59 con retorno de carro al final
//enviar hora fin por puerto serie en formato:
//F23:59 con retorno de carro al final
#include <TimeLib.h>
int EVpin=9; //pin al que conectamos la electroválvula de riego
//Defino horas de riego Inicio a las 00:01 y termina a las 00:02
byte horaInicio=13, minutoInicio=11;
byte horaFin=13, minutoFin=12;
char cmdLeido[30]; //Buffer para comandos leidos puerto seri
//19 caracteres retorno carro (CR) como fin de mensaje
void setup()
{ pinMode (EVpin, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.setTimeout(1000); //para lectura de comandos
// Pongo el reloj en la hora actual
```

```

setTime(13, 10, 00, 30, 06, 2018);

}

void loop()

{  if (Serial.available(>0) //hay caracteres recibidos en el puerto serie

    processMsg();

    Serial.print("son las: "); //muestro por el puerto serie la hora

    Serial.print(String(hour()) + ":" + String(minute()) + ":" + String(second())

        + "Inicio: " +String(horaInicio)+'/'+String(minutoInicio)

        +"Fin: " +String(horaFin)+'/'+String(minutoFin));

    if(esHoraRiego()){ //comprobamos si es hora de riego

        Serial.println("--> Es hora de riego"); //es hora de riego: informo por serie

        digitalWrite (EVpin, HIGH); //activo la EV - alto

    }

    else{

        Serial.println("--> No es hora de riego"); //no es hora de riego: informo por serie

        digitalWrite (EVpin, LOW); // cierro la EV - bajo

    }

    delay(1000);

}

boolean esHoraRiego(){

```

```

int momentoInicio = (horaInicio * 60) + minutoInicio;

int momentoFin = (horaFin * 60) + minutoFin;

int momentoAhora = (hour() * 60) + minute();

if((momentoInicio<=momentoAhora) && (momentoAhora<momentoFin)){

return true; // estamos en periodo de riego

}

else{

return false; //no estamos en periodo de riego

}

}

void processMsg()

{ Serial.readBytesUntil('\r',cmdLeido,30); //leer comando

switch (cmdLeido[0]){ //primer carácter del comando

case 'S':

//poner en hora

Serial.println("Hora actualizada!");

//para poner en hora resto el ascii del caracter '0' para obtener el numero decimal

setTime((cmdLeido[1]-'0')*10+(cmdLeido[2]-'0'),//horas

(cmdLeido[4]-'0')*10+(cmdLeido[5]-'0'), //minutos

(cmdLeido[7]-'0')*10+(cmdLeido[8]-'0'), //segundos

```

```

(cmdLeido[10]-'0')*10+(cmdLeido[11]-'0'), //día

(cmdLeido[13]-'0')*10+(cmdLeido[14]-'0'), //mes

(cmdLeido[16]-'0')*1000+(cmdLeido[17]-'0')*100+

(cmdLeido[18]-'0')*10+(cmdLeido[19]-'0')); //año

break;

case 'T':

//programar hora de Inicio

horaInicio = (cmdLeido[1]-'0')*10+(cmdLeido[2]-'0');

minutoInicio = (cmdLeido[4]-'0')*10+(cmdLeido[5]-'0');

Serial.println("Programada hora inicio!");

break;

case 'F':

//Programar hora de fin

horaFin = (cmdLeido[1]-'0')*10+(cmdLeido[2]-'0');

minutoFin = (cmdLeido[4]-'0')*10+(cmdLeido[5]-'0');

Serial.println("Programada hora fin");

break;

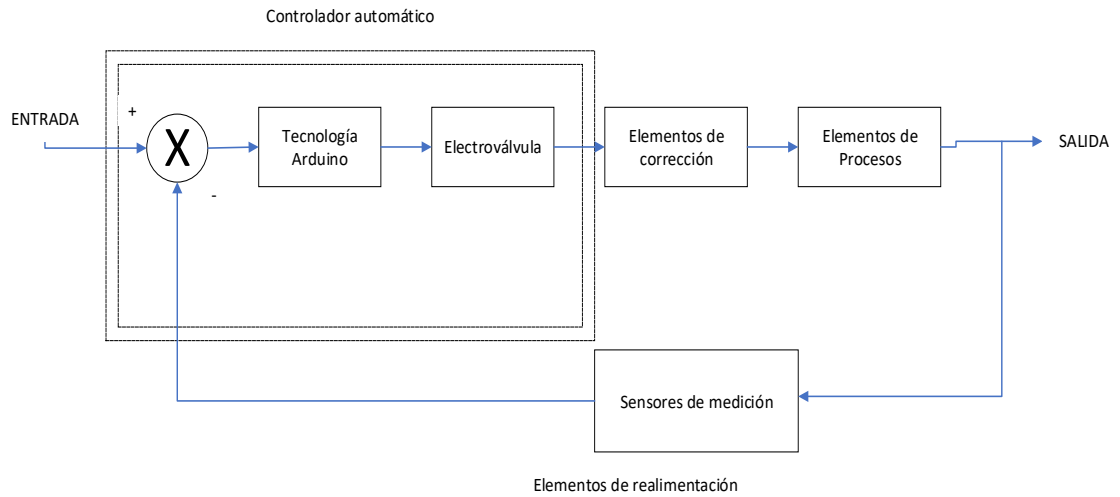
}

}

```

Anexo 6

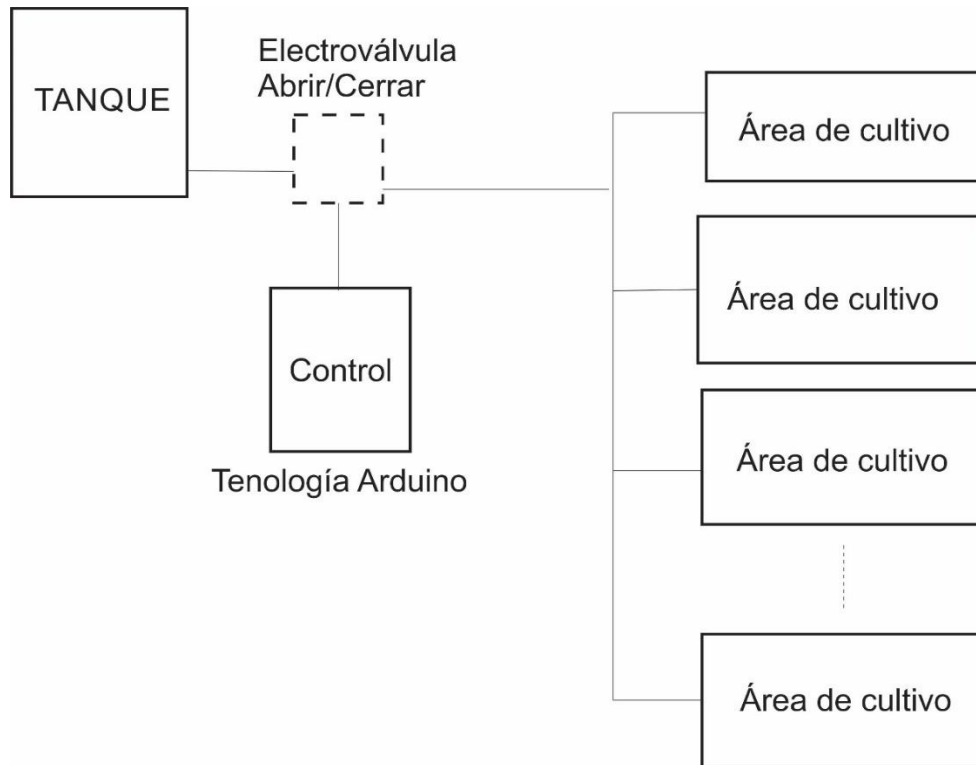
Diagrama de bloques riego automatizado



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7

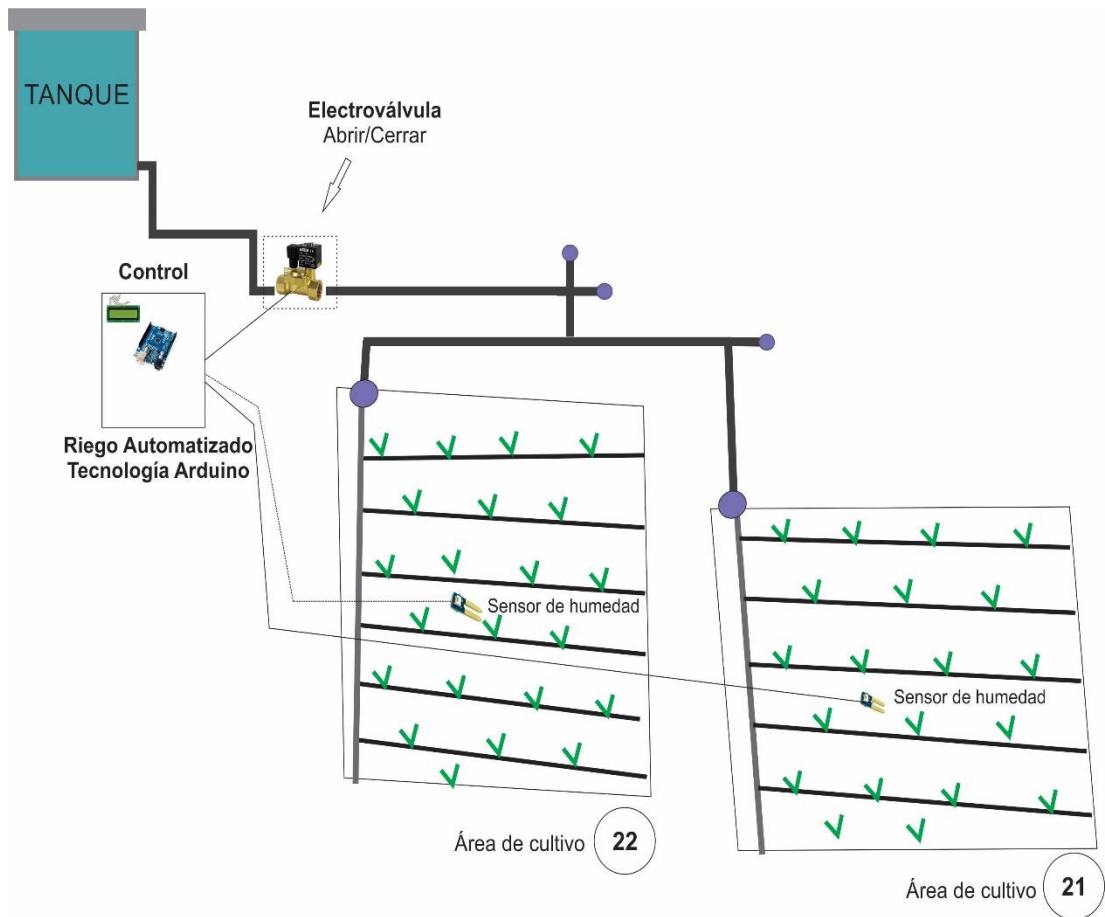
Topología de riego automatizado empleando tecnología Arduino



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8

Diseño de riego automatizado empleando tecnología Arduino, Sacuayoc-Yungay



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9

Manual de programación de riego automatizado

El usuario encargado de realizar la programación haciendo uso del riego automatizado empleando tecnología Arduino deberá tener en cuenta que los riegos serán programados en los siguientes horarios:

Día: de 6am – 11:00am (Máximo)

Tarde – noche: de 5:30pm – 6am

Los intervalos de tiempo fueron tomados previo estudio de un ingeniero agrónomo y especialistas en agricultura, de esta manera se garantizará el uso eficiente del recurso hídrico para una mejor producción de las áreas de cultivo del caserío de Sacuayoc-Yungay.

Manual del usuario – riego automatizado empleando tecnología Arduino			
Paso	Acción	Resultado Esperado	Cumplimiento
1	Encendido Riego automatizado	Proceso de encendido	Cumplido
2	Usuario ingresa en la interfaz mediante el teclado matricial.	Permite el acceso solo con el usuario que programara el riego automatizado	Cumplido
3	El usuario realiza la actualización de la fecha y hora	Se muestra la fecha y hora actualizada	Cumplido
4	Muestra la toma de datos en la pantalla LCD	Se muestra en pantalla los datos ingresados	Cumplido

5	El usuario Ingresa la hora de inicio del riego	Se muestra en pantalla lcd la hora de inicio del riego	Cumplido
6	El usuario Ingresa la hora fin del riego	Se muestra en pantalla lcd la hora fin del riego	Cumplido
7	El usuario verifica el buen funcionamiento del riego automatizado	Inicio de riego (apertura la electroválvula del riego automatizado)	Cumplido

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10
Panel Fotográfico







