



Autónoma
Universidad Autónoma del Perú

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

TESIS

SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE
RIEGO EN LA COMUNIDAD DE MATARÁ

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

AUTORES

JORGE NARVAEZ MELLADO
ORCID: 0000-0002-8982-8183

WILLIAMS JOSUE GUTIERREZ PEREZ
ORCID: 0000-0002-7392-7726

ASESOR

DR. JOSÉ LUIS HERRERA SALAZAR
ORCID: 0000-0002-8869-3854

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES

LIMA, PERÚ, JUNIO DE 2022

DEDICATORIA

A mis estimados padres, por ayudarme a convertirme en la persona que soy actualmente, mis logros se los debo a ustedes, uno de ellos esta investigación. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero siempre me motivaron para lograr todos mis objetivos.

Jorge Narvaez Mellado

Dedico esta tesis a mis padres, por inspirarme a super cada día y luchar para brindarles un futuro, ellos quienes con su apoyo me ayudaron a no decaer y me alentaron a seguir adelante para cumplir mis ideales.

Williams Josue Gutierrez Perez

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo agradecemos a la Universidad Autónoma del Perú nuestra casa de estudios superiores, gracias por brindarnos los conocimientos necesarios para formarnos profesionalmente. También agradecer a nuestros compañeros de estudio por siempre apoyarnos a mejorar realizando una crítica positiva en el desarrollo de nuestro proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Tipo y nivel de la investigación.....	21
1.3. Justificación de la investigación	22
1.4. Objetivo de la investigación.....	23
1.5. Limitaciones de la investigación	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	26
2.2. Bases teórico-científica	48
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Diseño de la investigación.....	73
3.2. Población y muestra.....	73
3.3. Hipótesis	74
3.4. Variables y operacionalización	74
3.5. Métodos y técnicas de investigación	76
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	
4.1. Estudio de factibilidad	79
4.2. Análisis.....	81
4.3. Diseño	82
4.4. Construcción	86
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	
5.1. Nivel de confianza	104
5.2. Resultados genéricos.....	104
5.3. Resultados específicos	104
5.4. Análisis e interpretación de resultados.....	106
5.5. Contrastación de hipótesis	114
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. Discusión.....	124

6.2. Conclusiones.....	124
6.3. Recomendaciones.....	125

REFERENCIAS

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Tipo de wifi
Tabla 2	Comparación de metodologías
Tabla 3	Indicadores de la variable independiente
Tabla 4	Indicadores de la variable dependiente
Tabla 5	Operacionalización de las variables
Tabla 6	Técnicas e instrumentos de la investigación de campo
Tabla 7	Técnicas e instrumentos de la investigación experimental
Tabla 8	Técnicas e instrumentos de la investigación documental
Tabla 9	Aspectos técnicos del proyecto software
Tabla 10	Aspectos técnicos del proyecto hardware
Tabla 11	Costos del proyecto
Tabla 12	Requerimientos no funcionales
Tabla 13	Requerimientos funcionales
Tabla 14	Datos de preprueba y postprueba
Tabla 15	Volumen de agua utilizado en el riego preprueba
Tabla 16	Volumen de agua utilizado en el riego postprueba
Tabla 17	Tiempo en el abastecimiento de agua preprueba
Tabla 18	Tiempo de abastecimiento de agua postprueba
Tabla 19	Costos del proceso de riego preprueba
Tabla 20	Costos del proceso de riego postprueba
Tabla 21	Costos de adquisición de agua preprueba
Tabla 22	Costos de adquisición de agua postprueba

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Porciones de extracción de agua por continente
Figura 2	Extracción de agua mundial
Figura 3	Principales reservorios y capacidad en millones de m ³
Figura 4	Diagrama del proceso de riego actual
Figura 5	Diagrama del proceso de riego implementando el sistema lot
Figura 6	Cantidad de dispositivos conectados
Figura 7	Internet de las cosas
Figura 8	Conexiones de área amplia por tecnología 2015 - 2025
Figura 9	Uniformidad de aplicación
Figura 10	Proceso de metodología de hardware libre
Figura 11	Ciclo de sistemas embebidos
Figura 12	Metodología en V
Figura 13	Logo ubidots
Figura 14	Logo arduino
Figura 15	ESP8266 Wifi
Figura 16	HC SR04
Figura 17	Sensor de humedad de suelo
Figura 18	Diseño de prototipo para un usuario
Figura 19	Diseño esquemático
Figura 20	Arquitectura Soa basada en lot
Figura 21	Funcionamiento de lot
Figura 22	Medición de agua en alberca rectangular
Figura 23	Medición de agua en alberca circular
Figura 24	Login app móvil de lot
Figura 25	Menú de app móvil de lot
Figura 26	Datos app móvil (comunero)
Figura 27	Datos app móvil (administrador)
Figura 28	Chat de app móvil de lot
Figura 29	Creación de cuenta ubidots
Figura 30	Configuraciones iniciales ubidots
Figura 31	Llaves ubidots
Figura 32	Plan ubidots
Figura 33	Agregar placa en arduino Ide
Figura 34	Puerto del sensor
Figura 35	Parámetros e inicio

Figura 36	Envío de datos
Figura 37	Ubidots sensor ESP8266
Figura 38	Ubidots variable principal
Figura 39	Configuración widget tanque
Figura 40	Widget tanque
Figura 41	Dashboard control de agua
Figura 42	Ubidots dashboard sensor de temperatura
Figura 43	Ubidots chart configuración
Figura 44	Login de aplicativo
Figura 45	Recuperación de contraseña
Figura 46	Menú principal
Figura 47	Opción dashboard
Figura 48	Solicitud de agua
Figura 49	Conversación con el proveedor
Figura 50	Volumen de agua utilizado en el riego(m3) preprueba
Figura 51	Volumen de agua utilizado en el riego(m3) - postprueba
Figura 52	Tiempo de abastecimiento de agua - preprueba
Figura 53	Tiempo de abastecimiento de agua - postprueba
Figura 54	Costos del proceso de riego - preprueba
Figura 55	Costos del proceso de riego - postprueba
Figura 56	Costos de adquisición de agua - preprueba
Figura 57	Costos de adquisición de agua - postprueba

SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE RIEGO EN LA COMUNIDAD DE MATARÁ

**JORGE NARVAEZ MELLADO
WILLIAMS JOSUE GUTIERREZ PEREZ**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

RESUMEN

Los actuales problemas que presenta la agricultura en nuestro país es el uso poco eficiente del agua utilizado en el riego para los sembríos ya que aún no se utiliza tecnología moderna en la irrigación de los predios. Se desarrolló una herramienta que puede monitorear el sistema de riego y obtener datos que ayudaron a tomar mejores decisiones, y poder lograr un efecto de mejora en el uso de agua en las plantaciones de las comunidades. El objetivo de este estudio fue determinar la relación que existe entre el sistema lot y el proceso de Riego, el tipo de investigación fue aplicada. La muestra estuvo conformada por la ejecución del proceso de riego realizado por los comuneros de la comunidad de Matará. El instrumento utilizado fue la ficha de observación. Se determinó que el sistema lot aporta considerablemente a reducir costos en el proceso de riego, reduciendo de 163 soles a 47.96 soles.

Palabras clave: lot, arduino, riego.

INTERNET SYSTEM OF THINGS TO IMPROVE THE IRRIGATION PROCESS IN THE COMMUNITY OF MATARÁ

JORGE NARVAEZ MELLADO
WILLIAMS JOSUE GUTIERREZ PEREZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

ABSTRACT

The current problems presented by agriculture in our country is the inefficient use of water used in irrigation for crops as modern technology is not yet used in land irrigation. A tool was developed that can monitor the Irrigation system and obtain data that helped make better decisions and be able to achieve an effect of improving water use in the communities' plantations. The objective of this study was to determine the relationship between the lot system and the Irrigation process, the type of research was applied. The sample consisted of the execution of the irrigation process carried out by the community members of the community of Matará. The instrument used was the observation sheet.

It was determined that the lot system contributes significantly to reducing costs in the irrigation process, reducing from 163 soles to 47.96 soles.

Keywords: lot, arduino, irrigation.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como principal objetivo determinar en qué medida el sistema lot mejorará el proceso de riego en la comunidad de Matará.

Se realizó un estudio donde se contempló que las personas encargadas de brindar agua, siendo en este caso los comuneros, se basan en la experiencia y métodos que les brindaron buenos resultados sin tomar en cuenta los indicadores que permiten controlar y gestionar de mejor manera la cantidad de agua que se utiliza en el proceso de riego. Se implementó un sistema basado en tecnologías lot que permitió reducir costos y tiempo de atención del servicio de agua utilizado por los comuneros de Matará.

Se desea, como propósito, que la investigación sea entendible, realizándose por ello la división de la tesis en cinco capítulos, el cual tiene el siguiente contenido:

El capítulo I: Planteamiento metodológico, donde se definió el problema, justificación, objetivos y la forma de recolectar datos.

El capítulo II: Marco referencial, estuvo constituido por una revisión de literatura sobre antecedentes, teniendo como referencias documentos de investigación como tesis, libros y artículos científicos, y el planteamiento teórico de estas, analizando las metodologías y modelos que se usan para el progreso la tesina.

En el capítulo III: Desarrollo de la aplicación lot, se describió el cómo se desarrolló la aplicación lot usando la metodología V y las etapas ya definidas en el marco teórico.

En el capítulo IV: Análisis de resultados y contrastación de la hipótesis. Se describió la población y muestra, se muestran gráficos estadísticos que permiten identificar los cambios en los datos de posprueba y preprueba, posteriormente se realizó la contrastación de la hipótesis.

Para culminar el capítulo V: Conclusiones y recomendaciones. En este último capítulo se detallaron las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se presentaron las referencias bibliográficas, anexos, apéndices y el glosario de términos.

CAPÍTULO I
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad problemática

Realidad mundial

El uso ineficiente del agua para la producción de cultivos agota los acuíferos, reduce el caudal de los ríos, degrada los hábitats de la vida silvestre y ha provocado la salinización del 20% de la superficie mundial de tierras de regadío (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2011).

La escasez de agua afectará a dos tercios de la población mundial en el 2050 debido al uso excesivo de recursos hídricos para la producción de alimentos, la agricultura representa casi el 70% de todas las extracciones de este recurso, y hasta el 95% en algunos países en vías de desarrollo (FAO, 2016).

Unos 110 000 km³ de precipitación caen sobre la tierra, sin aludir a los océanos, el 56 por ciento es perdida por la evapotranspiración de los bosques entró otros paisajes naturales y el 5 por ciento se va a la agricultura y el 39 por ciento se convierten en ríos y lagos o aguas subterráneas (FAO, 2016).

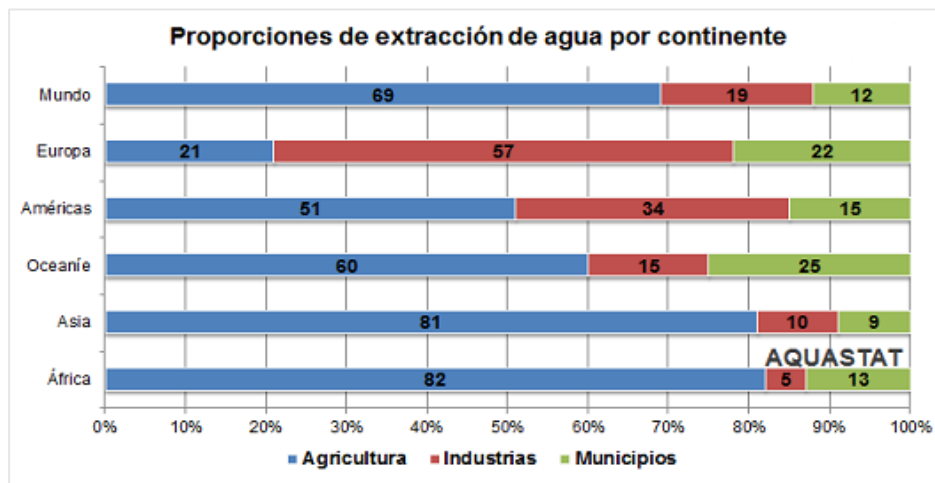
En el mundo la extracción de agua agrícola depende muchas veces del clima y en qué posición se encuentre actualmente la agricultura referida a la economía, se muestra un gráfico donde las extracciones de agua van variando según el continente, donde el sector agrícola ocupa el 80 por ciento en África y Asia superando a Europa en 20 por ciento.

La eficiencia de riego influye directamente en la calidad de los cultivos, los resultados secundarios con relación a la eficiencia se reflejan en la perdida de productos agrícolas, debido al problema del riego, motivos como la falta de agua son causas de estos problemas, la forma tradicional de distribuir el agua generalmente no brinda muchos beneficios y esto sumado a un bajo nivel de eficacia de la red, produce

que la demanda del agua tenga un déficit (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2018).

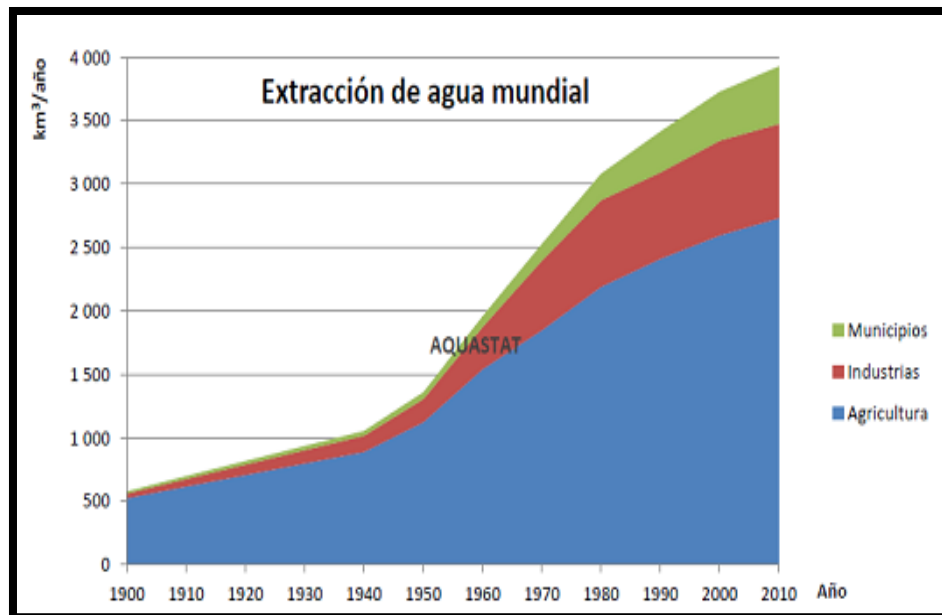
Figura 1

Porciones de extracción de agua por continente



Nota: Adaptado de AQUASTAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura, FAO, 2021.

El siguiente gráfico muestra la extracción del agua a nivel mundial a lo largo del tiempo, donde se puede apreciar los ámbitos principales como la agricultura donde se incluye el riego, limpiar el ganado, también la industria y los municipios.

Figura 2*Extracción de agua mundial*

Nota: Adaptado de AQUASTAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura, FAO, 2021,

lot es el término usado para describir cualquier tipo de aplicación que Conectado y hecho cosas interactúan a través de internet, no solo trata de recopilar datos, sino también de análisis y uso de datos, algunos aparatos electrónicos como los sensores, Wireless, plataformas como Arduino y Raspberry Pi contribuirán con el desarrollo en la agricultura en un entorno lot (López, 2016).

Realidad Nacional

Zúñiga (2009) sostiene: “Uno de los problemas de la agricultura bajo riego en el Perú es el manejo poco eficiente del agua en la actividad agrícola por la carencia de tecnología moderna de irrigación en los predios, agravándose con la inadecuada planificación” (p. 2).

Gutiérrez (2017) explica: “El Perú cuenta con 6.4 millones de hectáreas potenciales para el riego de las cuales 2.6 millones tienen un equipamiento de riego.

Además, el 89% del agua disponible es de uso agropecuario, siendo 13.7 millones de m³ de agua” (párr. 1).

Según la FAO al término del siglo XX, el 70% de toda el agua habrá sido empleada en el sector de la agricultura en todo el mundo, teniendo en cuenta que la que es utilizada para el riego aumentará en un 14% para el 2030, en el caso de nuestro País Perú las cifras que se manejan son mayores, se calcula que la agricultura utiliza el 80% del agua y se cree que para 2030 crecerá en un 14%, el 40% de agua utilizada en el riego se llega a malgastar por diferentes factores: entre ellas, la mala administración en el riego o la utilización de sistemas de riego tradicionales (FAO, 2017).

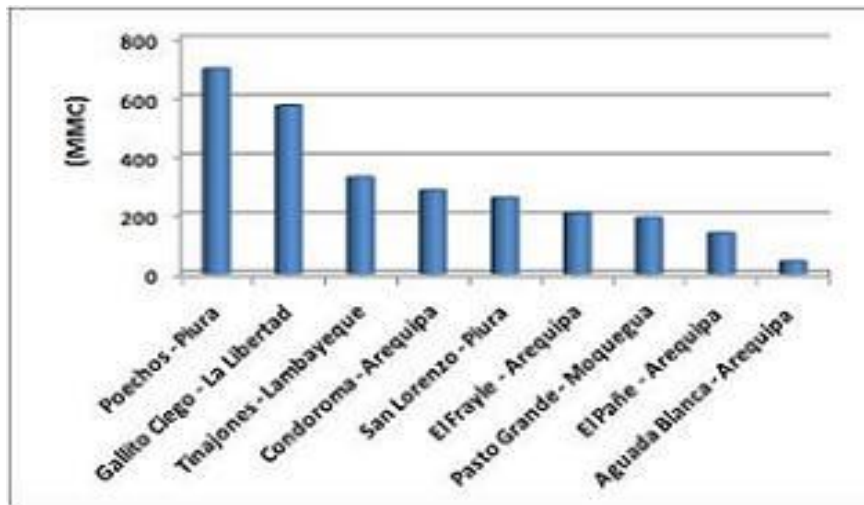
Internet de las Cosas En el Perú, la industria aún se dedica de lleno al uso de objetos inteligentes para comunicarse entre sí, solo siete u ocho industrias importantes del país han implementado redes de objetos interconectados con cerca de 20.000 nodos (Riofrío, 2017).

Riofrío (2017) afirma: “Las industrias locales todavía no entienden completamente los ahorros que están perdiendo cuando se dan cuenta. El uso de sensores que indiquen escasez o exceso de minerales, combustibles, agua o energía puede ahorrar entre un 20 % y un 30 %” (párr. 10).

En la costa tiene una gran demanda del agua para la agricultura, se llega a utilizar el 36 por ciento disponible en la región, en la sierra se utiliza el 0,83 por ciento de disponible, y en la selva solo se utiliza 0.02 por ciento, para dar solución de la escasez de agua, se tiene una red reservorios (Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI], 2015).

Figura 2

Principales reservorios y capacidad en millones de m³



Nota: Adaptado de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MINAG, 2006

La mayor parte de agua extraída para el riego en el Perú es de 65% que se refleja en la dependencia que dan los sistemas de riegos que son ineficientes, se calcula que el 35% del agua son desperdiciados con los sistemas de riego, y es ocasionado por los sistemas de distribución de agua ya que se encuentran con desperfectos como fugas, también los métodos tradicionales de riego como el de gravedad de inundación siguen sin ser mejorados, el uso que se emplea en el riego es inadecuado y los sistemas ineficientes que se tiene ocasionan una consecuencia de exceso de agua en el riego para los cultivos o disponibilidad de agua (FAO, 2016).

Realidad empresarial

El sistema de riego por inundación es muy aceptado por los productores porque es lo más cercano a echar agua al suelo, sin embargo, manejar el agua es complicado en este tipo de riego, además requiere de tiempo y trabajo (FAO, 2017).

Los comuneros de Matará basan la mayor parte de sus ingresos en la agricultura, principalmente a los cultivos de penca, los sistemas de riego con los que cuentan con riego por inundación y goteo, que son ineficientes en el control del agua.

En el 2017 por los desastres causados por los Fenómenos del Niño muchos de los pozos de agua de los que dependían fueron sepultados, por ello el agua se convirtió en un recurso escaso, y el mal control de agua al realizar el riego de los cultivos puede acabar con este recurso importante.

En la comunidad de Matará el tiempo promedio para regar una hectárea de plantaciones es de 1 a 2 días que abarca 10 horas de trabajo diario, estos tiempos pueden variar dependiendo de la cantidad de personas contratadas, usualmente se trabaja con 2 a 4 personas para este trabajo, al tener en cuenta que cada comunero posea de 2 a 6 hectáreas y que las plantaciones necesitan agua en cada cierto tiempo, no poder regar los cultivos en su tiempo, genera grandes pérdidas económicas y de recursos.

El costo de riego en la comunidad se puede dividir en 2, los costos por materiales que suelen ser compras de tuberías, mangueras para el riego por inundación y recursos humanos que son trabajadores contratados para este trabajo en específico.

La comunidad de Matará para poder lograr cultivos de buena calidad necesita realizar riegos a sus terrenos, por lo cual debe adquirir aguas que serán almacenadas en reservorios, en la actualidad es comprada en costos de 12 m³ a un promedio de S/ 20.00 soles lo cual genera un costo para poder satisfacer todas las hectáreas de cultivo.

Formulación del problema

La comunidad de Matará actualmente hace uso del agua en grandes cantidades, se habla de dos mil milímetros de agua sobre una hectárea de terreno formarían un considerable lago de 20.000 m³, el problema actual se basa en que no se tiene un control de las cantidades exactas que se necesita para el riego adecuado, por lo tanto al pasar los años el agua irá disminuyendo en la comunidad de Matará y dejando un problema verdaderamente serio ya que el agua utilizada para los cultivos de la comunidad son aprovechados de reservorios.

Figura 4

Diagrama del proceso de riego actual

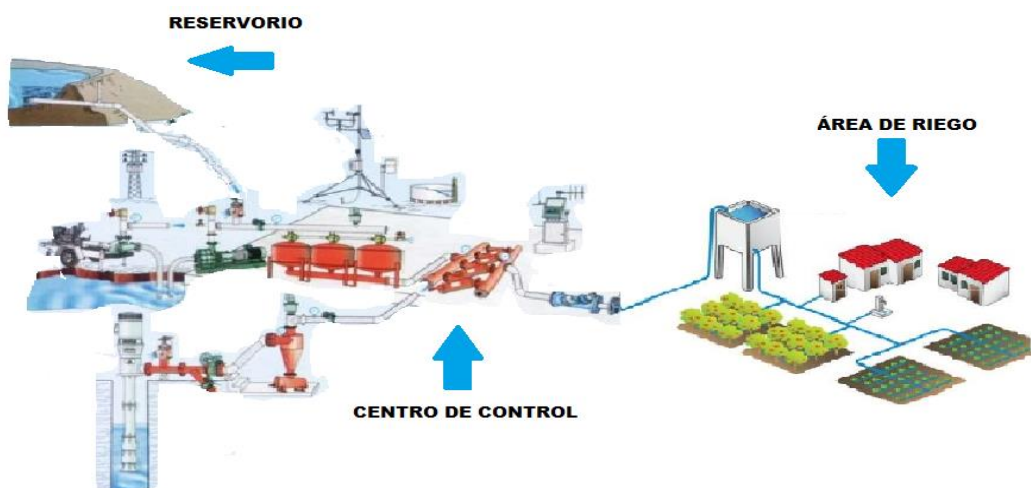
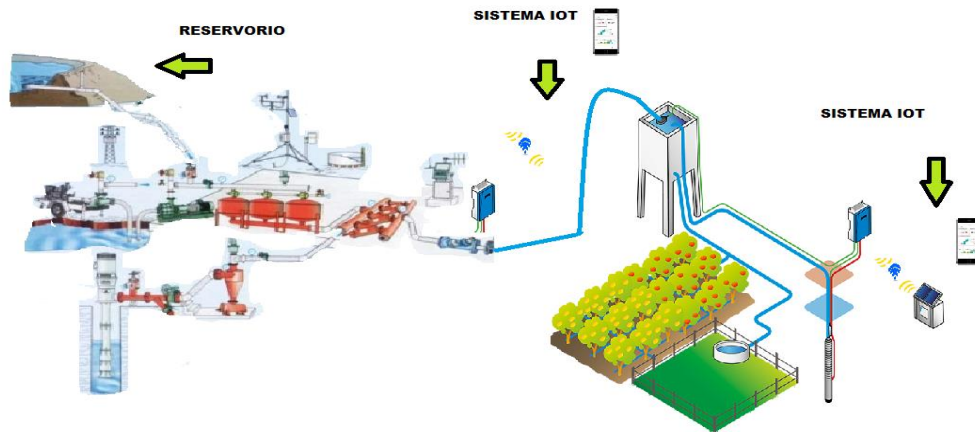


Figura 5

Diagrama del proceso de riego implementando el sistema lot



A partir de la descripción del problema, se presenta la siguiente pregunta de investigación:

Enunciado del problema

¿En qué medida el Sistema lot mejorará el proceso de riego de la comunidad de Matará?

1.2. Tipo y nivel de la investigación

Tipo de investigación

Es una investigación aplicada, ya que se pondrá en práctica conceptos y teorías relacionadas con lot y sistemas de riego con un enfoque cuantitativo.

Nivel de investigación

Esta investigación es explicativa, ya que esta investigación busca explicar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto del proceso riego en la comunidad de Matará.

1.3. Justificación de la investigación

Justificación teórica

El control de riego es aplicable a nivel mundial con el propósito de lograr ampliar la eficiencia hídrica, también llamado Sistema Inteligente de Riego que consiste en la utilización de las tecnologías de información y comunicación para lograr una gestión óptima del agua utilizada en el riego.

El Sistema Inteligente de Riego se basa en lograr monitorear y adquirir datos sobre el clima, la cantidad de humedad en el suelo, consumo de agua y energía para ser procesados y así representarlos en información.

La importancia de poder lograr un sistema de riego inteligente es poder tener una programación óptima del control de agua y así lograr un mejor ahorro de esta, fijando el momento, la continuidad y el tiempo de utilización de agua, la estructura de la red de riego, el suelo y el clima, otorgando de esta forma el agua que necesita el usuario para que pueda proveer agua necesaria para un cultivo eficiente, la programación del riego se debe tomar en consideración tanto el control del agua empleado en el sistema de riego como la distribución de la humedad en el suelo.

Justificación metodológica

Esta investigación se justifica metodológicamente al implementar un sistema inteligente para el control de riego porque permite el ahorro de agua, facilita la gestión, el ahorro en los costes de operación y una gestión óptima de riego, ya que los métodos tradicionales de riego desgastan las fuentes hídricas.

Justificación práctica

Esta investigación se realiza para mejorar el riego, empleando diferentes recursos como hardware y software diseñados para la correcta funcionalidad en el sector implementado y aplicando diferentes conocimientos adquiridos en la formación académica.

Justificación tecnológica

Se justifica tecnológicamente porque la utilización de nuevas tecnologías nos ayuda a mejorar la eficiencia, sustentabilidad y rentabilidad, existen gran variedad de herramientas basados en tecnologías de la Información como los sistemas de riego automatizados, que en el sector de la agricultura muestra grandes beneficios ayudando a mejorar la calidad de los productos cosechados.

Orizont (2017) indica: “Se estima que la mejora de la eficiencia de las redes de transporte y distribución del agua ha permitido incrementar en un 95% la eficiencia hídrica respecto a los métodos de irrigación utilizados anteriormente” (párr. 9).

Justificación social

Se justifica porque mejora las condiciones de la utilización de agua, que ayuda a combatir el problema de la carencia de agua, beneficiando no solo a los agricultores, si no a la población en general ya que reducirá el uso de este recurso tan valioso para la sociedad.

1.4. Objetivo de la investigación

Objetivo general

Determinar en qué medida el Sistema lot mejorará el proceso de riego de la comunidad de Matará.

Objetivos específicos

- Determinar en qué medida el sistema lot disminuirá el volumen de agua utilizado en el riego de la comunidad de Matará, 2019.
- Determinar en qué medida el sistema lot disminuirá el tiempo de abastecimiento de agua al comunero de la comunidad de Matará, 2019.
- Determinar en qué medida el sistema lot disminuirá costos en el proceso de riego en la comunidad de Matará, 2019.

- Determinar en qué medida el sistema lot disminuirá costos en la adquisición de agua para el riego en la comunidad de Matará, 2019.

1.5. Limitaciones de la investigación

- **Temporal:** El presente trabajo de investigación se realiza durante el periodo comprendido entre enero de 2019 hasta diciembre del 2019.
- **Espacial:** El presente trabajo de investigación se lleva a cabo en la comunidad de Matará.
- **Conceptual:** El presente trabajo de investigación tiene como delimitación conceptual lot.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

a) **Autor:** Gabriel Escalas Rodríguez

Título: Diseño y desarrollo de un prototipo de riego automático controlado con Raspberry Pi y Arduino

Tesis: Pregrado

Correlación:

El objetivo principal es realizar un trabajo de investigación para automatizar el proceso de riego de una jardinera con el fin de poder visualizar todos los datos meteorológicos mediante una plataforma.

El sistema va a necesitar de sensores que serán conectados a un microcontrolador, mediante una red de Internet, con el objetivo de tener el control del sistema a distancia, los datos que se obtienen serán almacenados en la nube, así se podrán realizar múltiples consultas, logrando la optimización de recursos y reduciendo costos.

El objetivo del sistema va a contemplar una plataforma que automatice todo el proceso, así mantener informando al interesado de todos los datos meteorológicos, el agua que se consume, y podrá haber notificaciones del sistema.

La conclusión del proyecto consiste en lograr plantear una solución inteligente que mejore los procesos tradicionales que se aplican en el proceso de riego, aplicando tecnologías que logren tener un control y gestión, también va a permitir optimizar los recursos, teniendo en cuenta que la evolución del internet de las cosas se va apoderando de controlar telemáticamente las tareas que tiene el hombre (Escalas, 2015).

b) Autor: Apaza Mamani Darwin Fray

Irvin Jhons La Torre Javier

Título: Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016

Tesis: Pregrado

Correlación:

El objetivo de la investigación es realizar un sistema de riego tecnificado, ayudando a balancear la humedad del suelo y hacer uso del agua de manera eficiente, con la aplicación de IDEs y componentes electrónicos logrando así implementar un sistema de riego automatizado.

El desarrollo de un sistema que sea automático para lograr el monitoreo de diversos datos como la temperatura, humedad relativa, humedad del suelo y la luminosidad, teniendo un control de la temperatura y humedad de un sistema de invernadero con registro de las variables en una base de datos online.

El usar arduino como aporte en la implementación del sistema de riego tecnificado en la región de Puno tendrá un beneficio a los agricultores, ganaderos que hacen uso del agua, teniendo en cuenta que el sistema realizará un monitoreo de humedad de los suelos para realizar el uso adecuado de la fuente hidráulica.

Se tiene como conclusión que se desarrolla un sistema de bajo costo y fácil implementación que permitirá el monitoreo, registro y control de variables físicas de un cultivo invernadero, teniendo en cuenta el óptimo uso del agua y el balance de la humedad del suelo (Darwin y La Torre, 2016).

c) Autor: Abio Diógenes Salcedo Torres

Título: Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass

Tesis: Pregrado

Correlación:

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es llegar a reducir la cantidad de agua que se utiliza en el proceso de riego de una parcela, Para lograr una solución se desarrollará un sistema para lograr un riego automatizado usando un hardware libre arduino Mega 2560.

Con el sistema implementado se tiene como propósito medir la humedad del suelo, obteniendo la información necesaria será digitalizada con un conversor análogo, logrando tener el control de la operación del proceso de riego en las válvulas usadas tanto en la apertura o cierre de estas, logrando limitar el flujo de agua en los cultivos, el sistema tiene como objetivo principal es mantener el nivel de agua en los cultivos de usando el método de riego por goteo, representando un óptimo uso del recurso hidráulico.

Las conclusiones del presente trabajo se radican en que se logró el objetivo de diseñar un sistema de riego por goteo, siendo simulado e implementado en un circuito de entrenamiento, logrando la implementación del sistema de control en arduino que es un código abierto, se logró reducir costos para la implementación con el software libre para la interfaz que se mostrará para el usuario, también se puede evaluar las posibilidades de sincronizar el sistema mediante smartphones o tablets haciendo su manejo de manera más sencilla (Salcedo, 2015).

d) Autor: Jerson Javier Aux Moreno

Luis Manuel Benavides Lasso

Título: Control automatizado de un sistema de riego y fertirriego

Tesis: Pregrado

Correlación:

El presente trabajo tiene como principal objetivo proponer una alternativa para el sistema que se utiliza para el riego logrando tener un mejor monitoreo de variables ambientales que ayude a tener un estudio mejor de fertilización, se pretende poder desarrollar un prototipo que permita automatizar el control del agua y nutrientes que se brinda hacia el cultivo.

Con el sistema automatizado se logrará establecer especificaciones técnicas para el riego para así llegar a tener un protocolo de pruebas pudiendo tener un monitoreo del suministro de nutrientes en los cultivos de hidropónico de fresas.

El prototipo del sistema hará uso de sensores que se utilizarán como actuadores que revisan las electroválvulas y tendrán una comunicación con el software que se implementará el software tendrá interacción con el usuario, donde se visualizarán datos específicos del riego en los cultivos.

Cumpliendo con el proyecto se logra dosificar el control, se reduce la intervención operaria, también disminuyó tareas de fumigación, tener un control de humedad y la propagación de insectos y hongos, el sistema de riego y fertirriego ayuda tener un buen control del uso del agua en los cultivos logrando tener los cultivos eficientes en humedad (Aux y Benavides, 2015).

e) Autor: Alexander Benito Castillo Rivera

Jorge Luis Ordinola Floreano

Título: Diseño de un sistema de riego automatizado, controlado y monitoreado remotamente a través de internet para el cultivo de plátano guineo

Tesis: Pregrado

Correlación:

El proyecto tiene como objetivo mejorar la irrigación en el cultivo del plátano utilizando un sistema que automatiza el riego y ayuda a monitorear remotamente desde la conexión a internet.

Se implementará con sensores que ayuden a recolectar datos internos o externos del cultivo, así poder diseñar un sistema para tener un control adecuado del riego en los cultivos de plátano.

El sistema se va a encargar de suministrar la cantidad del recurso hidráulico necesario en el cultivo de plátano, gracias a los sensores de humedad y temperatura del suelo se tendrá el control inalámbricamente por medio de dispositivos inteligentes.

Con la implementación del sistema de riego automatizado, controlado y monitoreado se concluye que se logran obtener datos que permiten saber los requerimientos del plátano, teniendo así un control del riego en el momento adecuado y en la situación ambiental exacta para el cultivo. Además, el uso de herramientas como sensores ayudan a la reducción de costos, también son de gran ayuda para la obtención de datos que ayudaran a la agricultura fácilmente mediante la conexión de internet y las nuevas tecnologías que existen (Castillo y Ordinola, 2016).

f) Autor: Héctor Manuel Crisanto Iparraguirre

William Alexander Pacheco Cruz

Título: Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para el caserío pueblo libre - canchaque

Tesis: Pregrado

Correlación:

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema de riego automático tecnificado en los cultivos de maracuyá, también reconocer el proceso de irrigación del terreno agrícola y aplicar un sistema usando la domótica para obtener un sistema de riego automatizado.

El sistema será implementado con GSM ME3006 para poder recibir mensajes de texto cuando el sistema de riego se encuentre activo, la información será enviada a todos los usuarios que lo requieran, uno de los datos que se obtendrán la humedad del suelo, pasando directamente a un microcontrolador donde el sistema podrá funcionar automáticamente.

Otro de los beneficios del sistema automatizado es que el control que se tendrán también se podrá realizar manualmente donde el usuario podrá elegir el terreno que se necesita irrigación.

Se llegó a la conclusión que luego de realizar las pruebas del sistema de riego funciona en tiempo real, los mensajes de texto llegan en aproximadamente 45 segundos, los sensores usados funcionan de una manera eficaz brindando valores muy aproximados de la humedad del suelo (Crisanto y Pacheco, 2016).

g) Autor: Orlando Zelada Comeca

Título: Instalación de un sistema de riego por microaspersión para banano orgánico fundo el monte, distrito tamarindo – Paíta – Piura

Tesis: Pregrado

Correlación:

El proyecto es lograr instalar un sistema que automatice el riego por aspersión con el fin de lograr tener un aumento de producción en los cultivos de banano, tener un mejor uso de los recursos que se emplean, permitiendo tener rendimientos altos de la cosecha por hectáreas.

El implementar un sistema de riego por microaspersión para obtener datos del clima, detectar condiciones óptimas de la humedad del suelo, también se necesita tener un control de la cantidad del agua que se suministra en los cultivos del banano.

Los costes se reducirán ya que el mantenimiento del sistema de riego por microaspersión es menor, los sistemas tradicionales de riego tienen un alto costo, ya que no solo se necesita mantenimiento, también se desperdicia recursos necesarios para la cosecha del banano.

Luego de la implementación del sistema automatizado de microaspersión en el fundo del Monte, se tiene un manejo eficiente de recursos y el éxito en producción, los estándares de exportación mejoraron en la cosecha del banano, también se dio a conocer los lineamientos del sistema de microaspersión y los mantenimientos que necesitará (Zelada, 2017).

h) Autor: Dionisio Vitalio Ponce Ruiz

Jeannette Alexandra Laverde Mena

Título: Sistema automatizado de riego por aspersion para el jardín ubicado en la parte lateral del bloque de aulas #2 de uniandes quevedo

Tesis: Pregrado

Correlación:

La investigación que se presenta muestra el gran beneficio que se obtiene al usar las nuevas tecnologías que permiten ahorrar agua, poder contribuir con la automatización de los sistemas de riego que cuenta la universidad UNIANDES-Quevedo, se plantea la solución de diseñar un sistema automatizado para el riego en los jardines de la universidad.

El objetivo principal es implementar un sistema de aspersion en las instalaciones de la universidad, así mejorando el uso del recurso hidráulico en los jardines, gracias a las tecnologías inteligentes poder lograr el objetivo de tener un control mediante el sistema de aspersion, también poder validar los errores que se produzcan en el proceso de riego.

La investigación brinda un aporte para mejorar el mantenimiento de los jardines de la universidad haciendo uso de sistemas inteligentes, logrando el eficiente uso de agua, también se tiene la implementación del sistema de riego para reducir costos tanto en recursos como en el personal encargado de los jardines de la universidad.

Luego de desarrollar la investigación se llega a la conclusión que se pudo obtener información de los sistemas automatizados, teniendo en cuenta la usabilidad de los sistemas inteligentes en la universidad de Quevedo (Ponce y Laverde, 2016).

i) Autor: Wilber Lazo Canchanya

Ronald Cristian Campos Ticse

Título: Sistema remoto de control y monitoreo de la humedad del suelo para reducir el consumo de agua del maíz con riego por goteo en el valle de pampas

Tesis: Pregrado

Correlación:

Se plantea la solución de diseñar un sistema de control mediante microcontroladores PIC que detectan la humedad de los suelos, también se necesitará transmisores que se interconectan con un ordenador, así logrando supervisar el consumo de agua que es utilizada para el riego, teniendo el control de cuándo se debe de realizar el riego, todo gracias a los datos obtenidos de la humedad del suelo.

El objetivo es poder tener un sistema de control y monitoreo remoto que permite el ahorro de agua, logrando establecer un enlace inalámbrico con la unidad de que se encargará de detectar la humedad de los suelos, así reduciendo el consumo de agua en los cultivos de maíz.

Llegaron a tener la conclusión de tener un control del sistema, monitoreando cada 5 segundo la humedad del suelo en épocas de irrigación, para lograr una producción de maíz (Lazo y Campos, 2014).

j) Autor: Marco Patricio Ramos

Darío Francisco Báez Rivera

Título: Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el cantón cevallos

Tesis: Pregrado

Correlación:

Se realizó el diseño un sistema de riego para lograr analizar las condiciones actuales del suministro del recurso hidráulico que se da en los cultivos del Cantón Cevallos, también lograr que los operarios disminuyan los tiempos que se emplean en el proceso de riego, con el sistema Cropwat 8.0 se pueden obtener los datos de los requerimientos que necesita el cultivo, se cuenta con los datos climáticos y la humedad del suelo, se enfatizó el sistema para que pueda llegar a tener un uso sencillo fácil y práctico en el riego de los cultivos.

El principal objetivo es poder diseñar el sistema automatizado de riego por aspersión para distribuir el recurso hidráulico de manera eficiente, ahorrando el agua, también evitando realizar un riego innecesario, además el sistema que se diseñó y construyó logra poder cumplir con los objetivos planteados, manteniendo un seguimiento constante en los datos climáticos, los datos del terreno de cultivo.

Se llegó a determinar un análisis del suministro del recurso hidráulico que se emplea en la agricultura, teniendo como resultados pérdidas innecesarias, es por ello se implementará los sistemas tecnificados logrando optimizar el uso del agua y mejorar la producción (Ramos y Báez, 2013).

k) Autor: Lagos, L.O.
Lama, W.
Hirzel, J.
Souto, C.
Lillo, M.

Título: Regulated deficit irrigation evaluation on kiwi (*Actinidia deliciosa*) production

Evaluación de riego deficitario controlado sobre la producción de kiwi (*Actinidia deliciosa*)

Artículo Científico

Correlación:

El objetivo de la investigación fue estudiar el efecto que tiene el riego deficitario en la producción de calidad del Kiwi, sabiendo que el RDC es una buena estrategia que se aplica en las etapas del cultivo, las consecuencias serían los cambios en la producción y la calidad, teniendo en cuenta la disminución del volumen de agua que se utiliza.

Se quiere tener un manejo adecuado del recurso hidráulico, que permita tener una mejoría en la producción, la calidad y el calibre de la fruta, además mejorar la eficiencia de la utilidad del agua para riego, así aplicar nuevos procesos productivos usando las tecnologías innovadoras.

El ahorro del agua mediante el riego deficitario controlado produjo el ahorro de del recurso hídrico, también energías eléctricas que necesitan para el bombeo del riego, lo cual disminuye los costos que se emplean en la producción, sin afectar los rendimientos y aumentando la calidad del fruto Kiwi (Lagos et al., 2017).

I) Autor: Kremer, C.

Reyes, L.

Fichet, T.

García de Cortázar, V.

Haberland, J.

Título: Physiological and production responses of olive (*Olea europaea* L.) cv. Frantoio under regulated deficit irrigation on a semiarid mediterranean weather condition (Cholqui, Maipo Valley, Chile).

Respuestas fisiológicas y productivas en olivo (*Olea europaea* L.) cv. Frantoio bajo riego deficitario controlado en condiciones de un clima mediterráneo semiárido (Cholqui, Valle del Maipo, Chile).

Artículo Científico

Correlación:

Este estudio tiene como objetivo determinar qué efecto tiene el riego mal controlado, bajo las condiciones de un clima mediterráneo semiárido, se tuvieron que realizar mediciones periódicas de las plantas, entre ellas tenemos el potencial hídrico, también se evaluó la producción, teniendo resultados que el potencial hídrico no afecta en la producción de la planta de olivo.

El impacto de aplicar el riego deficitario controlado mostró que las cantidades de agua aplicadas en el olivo causan un estrés hídrico, provocando tener una disminución del agua de riego, para lograr efectos en la productividad del olivo (Kremer et al., 2016).

m) Autor: Molina Ochoa María Jaqueline

Vélez Sánchez Javier Enrique

Rodríguez Pedro Santiago

Título: Effect of regulated deficit irrigation on tree growth of pear Triunfo de viena.

Efecto de la irrigación deficitaria regulada sobre el crecimiento de árboles de pera Triunfo de viena

Artículo Científico

Correlación:

Se realizó un ensayo de riego deficitario controlado en un cultivo de pera, se aplicó tres tratamientos de riego, donde el control del riego es uno de los objetivos, luego de aplicar las estrategias de riego se determinó que ninguno de los tratamientos difiere en el crecimiento del fruto, obteniendo como resultado el ahorro del agua respectivamente en la aplicación de riego.

El riego deficitario controlado RDC consiste en reducir las cantidades de agua que se utilizan en el riego, para llegar a tener un eficiente uso del recurso hídrico mejorando la producción de cultivos, también se aplican en casos donde la demanda del agua no pueda satisfacer los recursos disponibles, el uso eficiente del agua mejora la calidad del cultivo, considerando que el crecimiento y productividad no son afectados en la producción final.

Las tres estrategias de riego aplicadas durante una etapa de producción no mostraron diferencias en los cultivos, la calidad de la fruta es buena, es decir que se puede hacer un uso más eficiente del agua gracias al riego deficitario controlado (Molina et al., 2015).

n) **Autor:** Varona Martínez Roberto

Título: Efecto del riego deficitario controlado en la productividad del banano

Artículo Científico

Correlación:

La productividad del banano depende mucho de la humedad del suelo, sin embargo, la escasez del recurso hídrico determina aplicar estrategias de riego efectivas en momentos de déficit del agua para riego.

La investigación fue realizada en la estación experimental de riego y drenaje, la técnica que se empleo fue por aspersión, aplicando la dosis de riego que correspondía según la humedad calculada del suelo, el experimento estuvo conformado por cinco tratamientos y cuatro réplicas, determinando el porcentaje de floración y cosecha de los cultivos.

Según los tratamientos planteados, en todas las fases donde existe déficit hídrico afectó la productividad, donde la floración fue la más afectada mostrando la importancia de esta fase.

Teniendo en cuenta los resultados de los tratamientos se espera mejorar los resultados mediante el riego de aspersión en los cultivos de banano, que no afecten en gran porcentaje la productividad, se haga un eficiente uso del recurso hídrico en épocas de escasez.

La investigación arrojó problemas actuales de riego en los cultivos de banano, por el déficit del agua es por ello emplear nuevas estrategias de riego con ayuda de las tecnologías actuales mejorando la productividad y haciendo un uso adecuado del agua (Martínez, 2016).

o) Autor: Javier Enrique Vélez Sanchez

Diego Sebastiano Intrigliolo

Juan Ramón Castel Sánchez

Título: Irrigation Scheduling In Citrus Based On Soil And Plant Water Status Measuring Sensors.

Programación de riego en cítricos en base de sensores de medida del estado hídrico del suelo y de la planta.

Artículo Científico

Correlación:

En el año 2014 se realizó un experimento de riego deficitario controlado en España por el motivo que la productividad no estaban con los porcentajes adecuados debido a los problemas actuales con el uso del agua en los terrenos de cultivo.

Se aplicará el riego controlado mediante los sensores de tratamiento de control, pudiendo medir el estado hídrico del suelo y la planta, los sensores que se aplican son de matriz granular, con el objetivo de adecuar el potencial hídrico foliar, logrando tener un uso eficiente del recurso hidráulico.

Los resultados obtenidos indican que es posible automatizar el riego con base de parámetros de sensores, tratando de mejorar las decisiones en las variaciones de los volúmenes de agua que se aplican en los cultivos.

Llegando a la conclusión de que, en condiciones limitadas de la disponibilidad del agua, realizar el riego con dosis deficitarias que puedan permitir producciones similares a los cultivos de un cultivo bien regado, es por ello emplear automatizar el riego para desaparecer problemas de agua y productividad (Castel et al., 2011).

p) Autor: Riccetto Sara
Capurro Maria Cristina
Roel Alvaro

Título: Estrategias para minimizar el consumo de agua del cultivo de arroz en Uruguay manteniendo su productividad.

Artículo Científico

Correlación:

El agua es un recurso que limita la expansión del cultivo del arroz en Uruguay, por ello se evalúan alternativas de un mejor manejo de riego durante diferentes etapas de cultivo, para obtener resultados de rendimiento y el consumo del agua.

Con el riego restringido se obtuvo el menor consumo de agua, lo cual amplifica las posibilidades de emplear estrategias de manejo del riego, reduciendo recursos usados, pero logrando una productividad alta, el riego controlado tiene que ser evaluado y aprobado para que en un futuro no causen una disminución en la productividad del cultivo.

En este trabajo se aplicaron diferentes formas de encontrar soluciones que mejoren la expansión del cultivo de arroz, los riegos por inundación fue uno de ellos, luego de aplicarlos se obtuvieron resultados nulos que no benefician al cultivo y mucho menos ayuda en el ahorro del agua para riego.

Se llega a la conclusión de que una de las estrategias usadas sería el riego restringido o conocido como riego deficitario controlado, para mejorar en el uso eficiente que se da en el riego de cultivos de arroz, sin afectar en la productividad. logrando expandir estos cultivos en Uruguay (Capurro et al., 2016).

q) Autor: Raquel Salazar Moreno

Abraham Rojano Aguilar

Irineo Lorenzo López Cruz

Título: La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada

Artículo Científico

Correlación:

Las regiones del mundo llegaron al límite del aprovechamiento del recurso del agua, llegado a sobreexplotar el recurso hidráulico superficiales y subterráneos, México es uno de los países que tiene un exceso al extraer agua es la razón por el cual los niveles de agua siguen disminuyendo, el 77% de agua utilizada es solo en la agricultura, por lo cual es implementar nuevos métodos de uso hídrico para llegar hacer un uso eficiente y controlado del agua, tales como los invernaderos.

La agricultura es la fuente de alimentos por lo cual el uso del recurso hídrico es necesario para la productividad de cultivos, pero en México las zonas de agricultura se están quedando sin disponibilidad de agua, es por ello se busca mejorar el eficiente uso de agua en la agricultura, promoviendo la utilización de una manera sustentable.

La hidroponía es una de las tecnologías que ha resultado en mayor rendimiento en los cultivos, así como el uso eficiente del agua, también promoviendo el uso sustentable, pero también hay que saber que hay otras tecnologías que prometen grandes ahorros de agua y que no son de costos elevados (Salazar et al., 2014).

r) **Autor:** Irma Francisca Sarabia Melendez

Rodolfo Cisneros Almazán

Jorge Aceves de Alba

Héctor Martín Durán García

Javier Castro Larragoitia

Título: Calidad del agua de riego en los suelos agrícolas y cultivos del valle de San Luis Potosi, México.

Artículo Científico

Correlación:

En la zona agrícola periurbana siempre se emplea el riego, teniendo un área de 5000 ha, del valle se pueden encontrar pozos en los acuíferos y en otra parte se encuentran las aguas residuales que son originarias de las descargas de viviendas o centros industriales, generando una perspectiva compleja en la producción de los cultivos y ocasionando riesgos en la salud.

Se analizó una muestra aleatoria para averiguar la calidad del agua que se encuentra en los niveles de somero y profundo del acuífero, otro de los análisis que se da es para la calidad del suelo agrícola teniendo en cuenta los cultivos de las hortalizas, se obtuvieron muestras de cultivos, el suelo y el agua para lograr un análisis con el cual se pueda definir sus características químicas.

Los análisis que se realizaron al agua fueron para obtener características microbiológicas, teniendo como resultados que las muestras que se tomaron superan el límite que permite las normas oficiales de México, encontrando niveles elevados de sales en el agua (Sarabia et al., 2011).

s) Autor: Oziel Lugo Espinosa
Abel Quevedo Nolasco
Juan R. Bauer Mengelberg
David Hebert del Valle Paniagua
Enrique Palacios Vélez
Miguel Águila Marín

Título: Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo

Artículo Científico

Correlación:

La investigación se realizó en el año de 2008 con el objetivo de generar un esquema funcional, teniendo en cuenta juntar tecnologías como computación, comunicaciones y la electrónica, llegando a tener un control automatizado del riego en campos cerrados o abiertos, con información del suelo y cultivos se construyó un balance hídrico, con resultados que ayuden a tomar la decisión de regar o no los cultivos.

Se diseño un sistema en diferentes módulos, que se adapta a múltiples aplicaciones que sean susceptibles de automatización y control, los componentes que controlan el riego automatizado son mencionados y se describen, también se tiene en cuenta los programas que se utilizaron.

Para implementar el sistema de control automatizado se tuvo que diseñar prototipos, implicando la usabilidad de softwares, los componentes electrónicos y de comunicación, también se obtuvo información meteorológica e información del suelo y los cultivos (Lugo et al., 2011).

t) **Autor:** Lucas Novelli

Luisa Jorge

Paulo Melo

André Koscianski

Título: Application Protocols and Wireless Communication for Iot: A Simulation Case Study Proposal.

Protocolos de aplicación y comunicación inalámbrica para Iot: una propuesta de estudio de caso de simulación

Artículo Científico

Correlación:

Las soluciones actuales de Internet de las cosas (Iot) requieren soporte en diferentes capas de red, desde aplicaciones de nivel superior hasta soporte de nivel inferior basado en medios.

Este artículo presenta algunos de los requisitos principales de la aplicación para Iot, caracterizando la arquitectura, las características de Calidad de Servicio, los mecanismos de seguridad, los recursos del servicio de descubrimiento y las opciones de integración web y los protocolos que se pueden usar para proporcionarlos, como ejemplos de protocolos y requisitos de nivel inferior, varias características de la red inalámbrica, por ejemplo, ZigBee, Z-Wave, BLE, Lora WAN, SigFox.

El uso Redes de sensores inalámbricos para la automatización doméstica e industrial, y redes de área amplia de baja potencia para medidores inteligentes, edificios y ciudades inteligentes (Novelli et al., 2018).

u) Autor: M. S. Tajwar Haque

K. Abdur Rouf

Z. A. Khan

A. Emran

M. S. Rahman Zishan

Título: Design and Implementation of an lot based Automated Agricultural Monitoring and Control System.

Diseño e implementación de un sistema automatizado de monitoreo y control agrícola basado en lot.

Artículo Científico

Correlación:

El presente trabajo tiene como propósito tener un control automatizado, usando lot en la nube para lograr conseguir monitorear y controlar las múltiples áreas de la granja que son vitales para el proceso de cultivo.

Este artículo tiene un enfoque moderno para lograr centralizar el sistema agrícola, una de las características del sistema propuesto es monitorear y controlar aspectos como la condición del suelo, manejo de riego, manejo de carga, de forma inalámbrica utilizando microcontroladores que benefician en el trabajo de la granja con facilidad y eficiencia, con el diseño que nos muestra el Internet de las cosas, no solo el control de la granja puede llegar a ser fácil, si no también se puede reducir costos laborales.

La granja tecnológica basada en lot tiene como objetivo ayudar a los agricultores controlar factores impredecibles como la luz solar, temperatura y humedad. Logrando automatizar el sistema de riego y determinar un óptimo nivel de humedad (Tajwar et al., 2019).

v) Autor: Jacopo Aleotti
Michele Amoretti
Alessandro Nicoli
Stefano Caselli

Título: A Smart Precision-Agriculture Platform for Linear Irrigation Systems.

Una plataforma inteligente de precisión-agricultura para sistemas de riego lineal.

Artículo Científico

Correlación:

Este artículo presenta un sistema IoT basado en el riego lineal e integrado con un aplicativo móvil donde se visualizará la información recolectada por el sistema.

Este sistema busca apoyar al agricultor con la toma de decisiones ofreciendo planes de riego para mejorar el uso del agua en el proceso de riego, mostrando información relevante con la ayuda de medidas aéreas realizadas por drones con sensores multiespectrales y sensores de humedad o conductividad, una vez la obtenida la información el sistema genera algoritmos de funcionamiento para cada maquinaria conectada a ésta, y genera un plan de riego tomando en cuenta las variables como el clima y la humedad del suelo (Aleotti et al., 2018).

2.2. Bases teórico-científica

IOT

El origen del *lot* se origina en el instituto de tecnología de Massachusetts (MIT), en la investigación realizada en el Auto-ID Center un grupo que inició en 1999 que realizaba trabajos relacionados con la radiofrecuencia (RFID) haciendo uso de la red y en nuevas tecnologías de detección utilizando sensores (Dave, 2011).

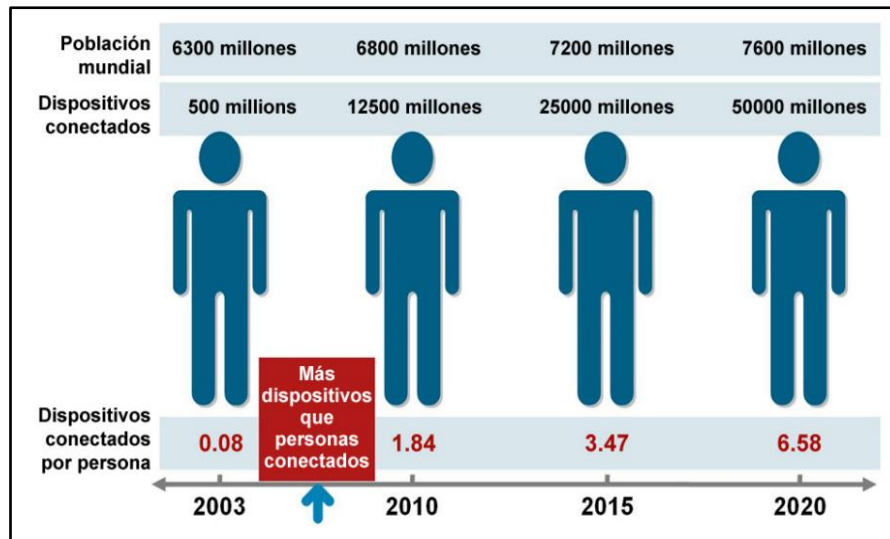
Dave (2011) indica:

El término internet de las cosas (*lot*, del inglés, Internet of Things), fue propuesto en 1999 por Kevin Ashton, un ingeniero y empresario británico que creó el centro de investigación Auto-ID de la universidad tecnológica de Massachusetts (MIT), en EE. UU, este tiene potencial para cambiar el mundo tal y como lo hizo el internet, a partir de poder conectar todos los dispositivos electrónicos que nos rodean, automatizando muchas actividades realizadas por las personas. (p. 2)

Dave (2011) indica: “El *lot* es simplemente el momento en el que hay más cosas u objetos que personas conectadas a Internet” (p. 2).

En la actualidad la oportunidad de crear ciudades inteligentes ya existe, puedan ejecutar un control automático del embotellamiento vehicular, gracias a la información que es medido en los semáforos o vehículos, se plantea que el 75% de los automóviles estarán conectados a internet en el año del 2020 (González, 2017).

lot es una oportunidad tecnológica muy atractiva actualmente, hablando de negocios, en el 2020 es probable que más de 20.000 millones de componentes electrónicos se conecten a una red. (3 dispositivos por persona que se encuentre en el planeta), otras informaciones comentan que 500 equipos electrónicos en promedio serán vistos en hogares de los países más desarrollados (González, 2017).

Figura 6*Cantidad de dispositivos conectados*

Nota: Adaptado de IBSG de Cisco, (p. 3), por E. Dave, 2011, Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo,4(11).

González (2018) sostiene:

A finales de esta década se generarán ingresos superiores a los 300.000 millones de dólares en el campo del *IoT*, mientras que los analistas de Machina Research estiman ingresos globales por encima de los 3 billones de dólares en 2025 en este segmento. (párr. 6)

Cómo Funciona IOT

Lara (s.f.) indica: “El verdadero *IoT* está donde diferentes aplicaciones se despliegan por razones específicas y los datos recogidos desde las máquinas y objetos que se están monitoreando se ponen a disposición de aplicaciones de terceros” (párr. 6).

Martínez (2017) menciona:

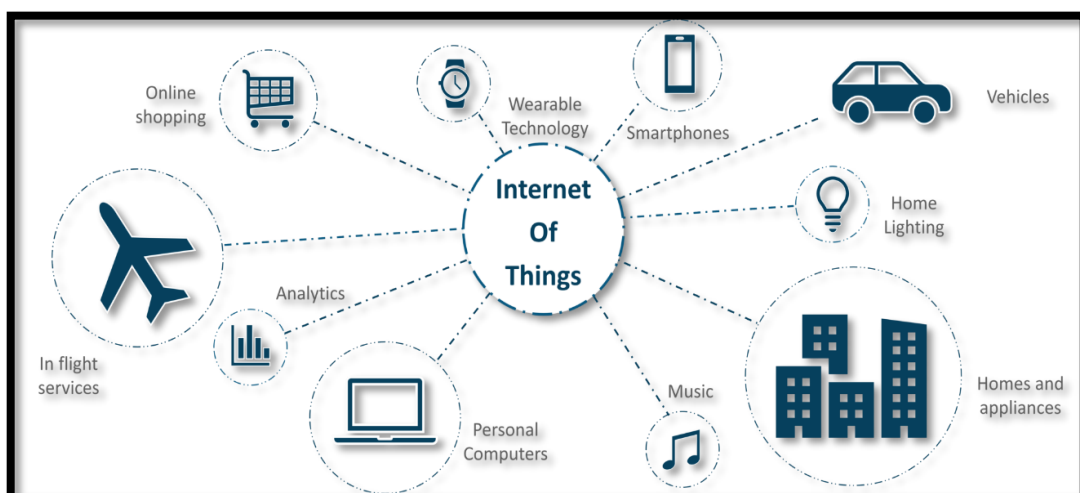
Para que IoT funcione en los centros de datos, las plataformas de los fabricantes en competencia deben ser capaces de comunicarse entre sí. Esto requiere APIs estándar a las que todos los fabricantes y equipos puedan conectarse, tanto para las interfaces de sistemas, como para los distintos dispositivos. (párr. 8)

Un grupo de dispositivos tecnológicos que se conectan a Internet ya es conocido como internet de las cosas, los mencionados dispositivos tienen la función de procesar datos obteniendo información que beneficia a la hora de tomar decisiones importantes, la tecnología tiene la característica de procesar grandes cantidades de datos, que de manera tradicional no se lograría. (Fundación País Digital, 2018).

Las características que posee los servicios de IoT sobrepasan a las redes antiguas que no fueron proyectadas así, zonas con acceso a baja cobertura, baterías que puedan durar muchos años, los dispositivos a bajo costo y suscripciones son algunas necesidades que cubre los segmentos de IoT (Fundación País Digital, 2018).

Figura 7

Internet de las cosas



Nota: Adaptada por Lampadia ,2019, Los avances del internet de las cosas .

Protocolos utilizados en lot

Existe una variedad de protocolos empleados en lot para diversos fines, estos protocolos están en uso tanto en despliegues fijos como celulares, y la mayoría de ellos está basado en IP, en general todos pueden encuadrarse en alguna de las siguientes categorías:

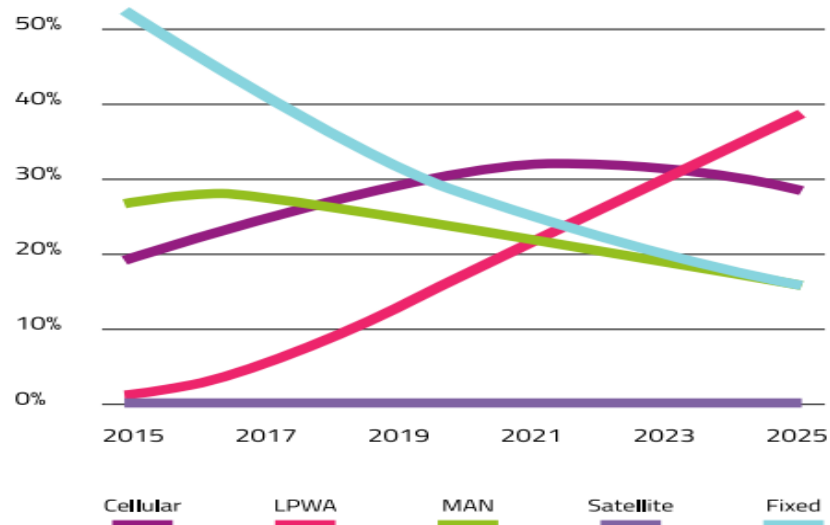
- Protocolos de administración de dispositivos para gestionar dispositivos de extremo y portales lot (ejemplos de ello son OMA-DM, TR-069 y LWM2M)
- Transporte de datos a nivel de las aplicaciones (ejemplos de ello son http, WebSockets, CoAP, 6LoWPAN, MQTT, y las extensiones XMPP-lot)
- Encriptación de enlaces (TLS y DTLS)

LPWA Red Especializada para lot

Low Power & Wide Área (LPWA) estas redes hacen referencia a importantes conceptos de Internet de las Cosas, uno de ellos es el bajo consumo de los dispositivos que se encuentran conectados a una misma red, otro es la gran amplitud que se tiene en la cobertura evitando los problemas de envergadura de una red celular, tiene la característica de largo alcance, que otras redes como Zigbee, Bluetooth, Wifi son de corto alcance (Paessler, s.f.).

Figura 8

Conexiones de área amplia por tecnología 2015 - 2025



Nota: Adaptada de Mundo IT, por J. Martín, 2019, Nuevas tecnologías IoT - internet de las cosas y LPWAN.

Muchas de las redes conocidas van en bajada, ahora las redes LPWA son las que ayudaran ya que cuentan con amplia cobertura, las redes actualmente compiten con redes fijas, las satelitales, con redes privadas de GPS.

Características LPWA

- **Cobertura Amplia:** Cuando se realiza una comparación entre las LPWA y redes de dispositivos móviles la mayor parte tienen 20dB de Link Budget. Generando una consecuencia en la cantidad de infraestructura con despliegue tradicional.
- **Una gran capacidad:** Es uno de los pilares principales que muestra a los usuarios o servicios que se puedan gestionar de manera paralela por una antena, las redes de los móviles pueden ser muchos cientos, pero la LPWA tienden a ser millones.
- **El costo:** se estima que el coste de implementación de estas redes ronda el 20% del coste de implementación de una red convencional.

- **Tasa de transmisión:** Llegan a varias entre los 100 bps y 100 KHz, que generalmente depende de la red LPWA, pareciendo que es muy bajo en comparación a una red de un dispositivo móvil tradicional, sin embargo, es adecuado para la información que los servicios de Internet de las Cosas requieren.
- **El consumo energético:** Este es un nivel bajo que puede reducir los costos de mantenimiento y los dispositivos generalmente se reemplazan después del final de la vida útil de la batería.

Tipos de LPWA

Se pueden clasificar como con licencia y sin licencia, según el tipo de frecuencia que operen.

- **Con licencia** viene de la industria móvil y solo puede funcionar en bandas móviles con licencia.
- **Sin licencia** utilizan bandas de frecuencia específicas en todo el mundo de forma gratuita. Un ejemplo de esto es la banda de 2,4 GHz, que es utilizada principalmente por el estándar Wi-Fi.

Las LPWA operan en bandas libres no licenciadas, los modelos más utilizados son LoRa y SigFox, son redes libres dependientes de la frecuencia, eso significa que puedes encontrarlos en cualquier parte del mundo, para tener una cobertura más grande dejando atrás a los proveedores de dispositivos móviles, afectando de manera negativa en los costos y la intemporalidad (Internet Society, 2016).

LoRa

Es propiedad de la empresa Semtech, esta tecnología de conexión se basa en protocolos de comunicación inalámbrica de banda ancha, actualmente tiene frecuencias de 125 y 500 KHz, esto permite una transmisión máxima entre 300 bps y 30 KHz, dependiendo de las condiciones de interferencia del entorno de instalación, su uso como estándar de comunicación abierto llamado LoRa WAN está aumentando en todo el mundo (Internet Society, 2016).

SigFox

La tecnología se basa en protocolos de comunicaciones inalámbricas con una banda muy angosta (UNB), se conecta a un canal de frecuencia fija de 192 KHz la cual se subdivide en 320 o 1920 portadores por unidad de tiempo, depende de cada país, resulta una eficacia buena y tiene una transmisión máxima de 100 o 600 bps, a lo largo de la usabilidad que se da a aumentado enormemente con ayuda de las implementaciones de infraestructura global, esto se debe a los financiamientos de más de 500 SigFox, logrando recaudar 2 millones de euros a nivel mundial (SigFox, 2018).

Creada en 2010, la compañía es un pionero mundial reconocido y líder en un sector que ya está interrumpiendo los modelos de negocios y revolucionará a toda la sociedad (SigFox, 2018).

La ambición de SigFox, en el eslogan Haz que las cosas cobren vida, da voz al mundo físico que nos rodea y permitir que estos miles de millones de objetos desempeñen un papel en el desarrollo económico y social (SigFox, 2018).

Oportunidades de Negocio de LPWA

Las grandes oportunidades del negocio de Internet de las cosas en Latinoamérica se encuentran en zonas industriales, como la agricultura y minería, donde los operadores de redes tienen deudas de infraestructuras de telecomunicaciones, esto significa que sería muy difícil contar con lot licencias debido al acceso de conectividad (The New Now, 2018).

Las redes LPWA no licenciadas son una gran oportunidad para los operadores actuales o los que surjan en el futuro, mucho depende de la adopción de propuestas de mercado complementarias a los operadores móviles tradicionales que permitan un crecimiento dinámico de la infraestructura en el sector industrial donde la conectividad es compleja y las redes licenciadas aun no llegan (The New Now, 2018).

Origen del Wifi

El término Wi-Fi se originó a partir de la marca Wi-Fi. WECA, ahora Wifi Alliance, es una alianza creada por Nokia y Symbol Technologies que desarrollaron esta tecnología y, junto con una empresa de publicidad, pudieron nombrar el estándar.

Con el objetivo de asignar una marca que permita usar esta tecnología y asegurar la compatibilidad de equipos, actualmente existen diferentes tipos de wifi que están aprobados bajo la norma IEEE802.11, son los siguientes:

Tabla 1*Tipos de Wifi*

Wifi	802.11 a	802.11 b	802.11g	802.11n	802.11ac	802.11.a d	802.11ah
Creado en	1999	1999	2003	2009	2013	2012	2016
Frecuencia (banda)	5.4 GHz	5.4 GHz	5.4 GHz	5.4 GHz	5.4 GHz	5.4 GHz	5.4 GHz
Ancho de banda	20MH Z	22 MHZ	20 MHZ	20/40 MHZ	80/160 MHZ	2 MHZ	2 MHZ
Velocidad de transmisión	Teóric a 54 Mbit/s Practic a 22 Mbit/s	Teóric a 11 Mbit/s Practic a 6 Mbit/s	Teórica 54 Mbit/s Practica 22 Mbit/s	Teórica 600 Mbit/s Practica 100 Mbit/s	Teórica 6.93 Mbit/s Practica 100 Mbit/s	Teórica 7.3 Mbit/s Practica 6 Mbit/s	Teórica 54 Mbit/s Practica 22 Mbit/s
Alcance (metros)	-70	-200	-140	-250	-250	-300	-1000

Wi-Fi-CISCO

Es una tecnología de red inalámbrica que permite que dispositivos y otros equipos se conecten con Internet, intercambien información entre ellos creando una red, la conectividad a Internet ocurre a través de un enrutador inalámbrico, cuando accede a Wi-Fi se conecta a un enrutador inalámbrico que permite que sus dispositivos compatibles con Wi-Fi se conecten a Internet (Cisco, 2019).

Como Funciona el Wi-Fi

En el aspecto técnico, el estándar IEEE 802.11 define los protocolos que permiten las comunicaciones con los dispositivos inalámbricos actuales habilitados para Wi-Fi, incluidos los enrutadores inalámbricos y los puntos de acceso inalámbrico, los puntos de acceso inalámbrico admiten diferentes estándares IEEE, cada estándar es una enmienda que fue ratificada con el tiempo, los estándares operan en diferentes frecuencias, ofrecen diferentes anchos de banda y admiten diferentes números de canales (Cisco, 2019).

2.2.2 Riego

“El riego consiste en aportar agua al sustrato, para que las plantas puedan crecer y/o desarrollarse. Ésta es una actividad necesaria tanto en la hidroponía, como en la agricultura tradicional y la jardinería” (Ferreira, 2014, párr. 1).

“La expansión de la civilización humana obligó a los antiguos pobladores a alejarse de los cuerpos de agua y a desarrollar diferentes técnicas de riego para sus cultivos, algunas de ellas se siguen usando hoy en día” (Ferreira, 2014, párr. 3).

Eficiencia del riego

Se entiende por eficiencia del riego la relación entre la cantidad de agua absorbida por la planta y la cantidad utilizada para el riego, restando la pérdida por el agua aportada por el riego para calcular la eficiencia (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2015).

Se pueden diferenciar 2 formas de perder agua al regar:

Por distribución

- La pérdida por distribución se observa mayormente en lugares donde el riego se realiza en canales abiertos.
- También puede darse por fugas en canales, tuberías causadas de fallos en las uniones de la tubería por un exceso de presión, golpes o roturas (MIDAGRI, 2015).

Por uniformidad

- Dependiendo del sistema utilizado la uniformidad podrá variar.
- Son muchas las variables que pueden afectar a esta uniformidad, el tipo de aspersor utilizado, las características del terreno, la pendiente que hace fluir el agua, etc (MIDAGRI, 2015).

Eficacia según los sistemas de riego

- **Sistema de riego hidropónico**, método que presenta un mayor índice de eficiencia, ya que se aprovecha en su totalidad con métodos de circulación realizado en drenajes.
- **Método de riego localizado**, un método que da agua directamente a las plantas, por lo que hay poca pérdida de agua por evaporación.
- **Aspersión**, no tan eficaz como los anteriores.
- **Riego por goteo**, método que utiliza tuberías sobre el suelo o enterrados, permitiendo regar solo zonas necesarias, con este método se obtiene un gran ahorro de agua.
- **Riego mediante inundación**, método que tiene la peor eficiencia de distribución de agua.

Sistemas de Riego

El propósito de un sistema de riego es proporcionar a las plantas el agua que necesitan para satisfacer sus necesidades y complementar el agua que reciben en forma de lluvia natural (FAO, 2007)

Cuando el agua se distribuye a través de una parcela de plantas, existen limitaciones que conducen a la pérdida de agua e incluso a la distribución, lo cual es importante abordar, pero es aún más importante a medida que el agua se vuelve cada vez más escasa (FAO, 2007).

Para poder determinar la eficiencia de su sistema de riego durante la instalación, debe conocer algunos conceptos.

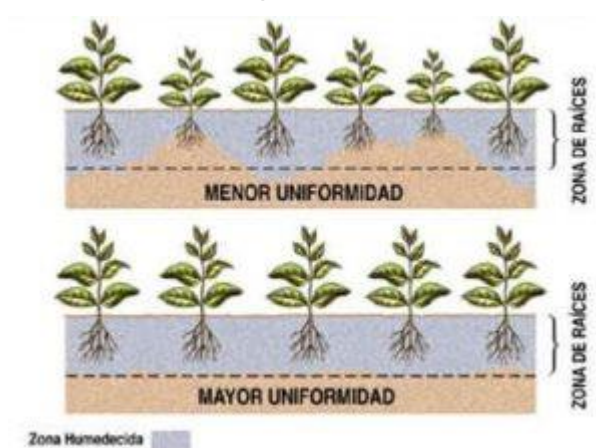
Uniformidad de Aplicación

La aplicación regular se refiere al hecho de que el agua se distribuye uniformemente en todos los puntos de la tierra regada. La uniformidad de aplicación es una característica propia de cada instalación y parcela (MIDAGRI, 2015)

Fondo Mundial para la Naturaleza España (WWF, 2009) afirma: “Un factor de uniformidad del 80% significa que el 80% de las parcelas recibieron la cantidad de agua requerida y el 20% restante fue más o menos irrigado.” (p. 10).

Figura 9

Uniformidad de aplicación



Nota: Adaptada de Ferdoñana, 2018,
La importancia de la uniformidad de riego.

Eficiencia de Aplicación

No toda la cantidad total de agua para riego que proviene de un punto de suministro como un pozo es utilizada por las plantas, pero una parte nunca llega a su destino por diversas razones.

La relación entre estas dos cantidades de agua (la cantidad de agua que queda en el suministro y la cantidad de agua realmente utilizada por las plantas) se denomina eficiencia de uso (FAO, 2007).

WWF (2009) afirma: “La eficiencia del 75% muestra que, del total de agua bombeada por el pozo, solo el 75% es utilizado por los cultivos y el 25% restante tiene diferentes destinos” (p.10).

Durante el riego, se registran diferentes pérdidas en cada momento, llegando a catalogar de la siguiente manera:

- **Pérdidas de transporte:**

Se debe cuando se realiza el traslado del suministro de agua hasta la parcela de riego. Se ven desperfectos en las tuberías como fugas, también canales en evaporación cuando son casos de las conducciones abiertas.

- **Pérdidas de aplicación:**

Se origina dentro de la parcela cuando se realiza la instalación, se menciona que las fugas de tuberías como la evaporación cuando se encuentran en condiciones de viento o temperaturas altas se da lugar al chorro de emisores, en las hojas mojadas del cultivo o de manera superficial de agua.

- **Pérdidas en el suelo:**

Una vez que el agua llega a las tierras de cultivo, se escurrirá cuando haya superado su permeabilidad o cuando esté saturada e incluso puede escaparse de las capas más profundas de las raíces.

WWF (2009) indica: “Como homogénea, la efectividad de la aplicación es una ventaja para cada instalación. Con respecto a la eficiencia de los sistemas de riego, diseño de instalación, mantenimiento y efecto de gestión” (p. 10).

WWF (2009) afirma: “En general, la eficiencia teórica del riego por goteo es del 85-95%, la eficiencia de las columnas oscila entre el 80-90%, en el riego por aspersión oscila entre el 65-85% mientras que el riego a pie da una eficiencia del 30-70%” (p. 10).

Cuando se conocen las verdaderas necesidades hídricas de nuestros cultivos, hay que tener en cuenta la eficiencia del sistema de riego utilizado para conseguir que llegue a las plantas la cantidad de agua deseada (FAO, 2007).

Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos

WWF (2009) sostiene: “Cuando se trata de regar, los agricultores se enfrentan a tres problemas desconocidos: cuándo, cómo y cuánto. Estas preguntas generalmente se responden en base a la experiencia” (p. 13).

Dado que el agua es un recurso cada vez máspreciado y que se debe buscar la máxima eficiencia en su uso, no es cierto que decisiones tan importantes se tomen de forma intuitiva (FAO, 2007).

Cálculo de la dosis y frecuencia de riego

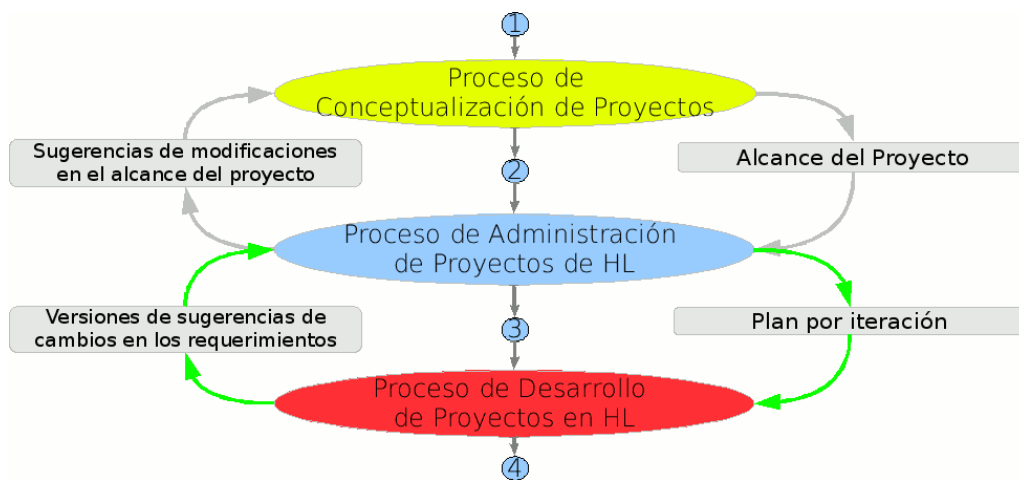
WWF (2009) indica: “Conocida la previsión de necesidades de agua para un cultivo en un periodo de tiempo concreto cuánto y cuándo regar, la otra gran cuestión que tiene que resolver el regante la dosis y frecuencia de riego” (p. 15).

Metodología de hardware libre

Esta metodología cuenta con 3 procesos, el primero es el de conceptualización donde se busca definir los alcances que desean lograr en el proyecto de estudio, segundo el proceso de administración en el cual se busca planificar el diseño, fabricación y pruebas del dispositivo, para terminar, tenemos el proceso de desarrollo donde se especifican los pasos que en principio se deben cumplir, dependiendo de la naturaleza del dispositivo (Medrano et al., s.f.).

Figura 310

Proceso de metodología de hardware libre

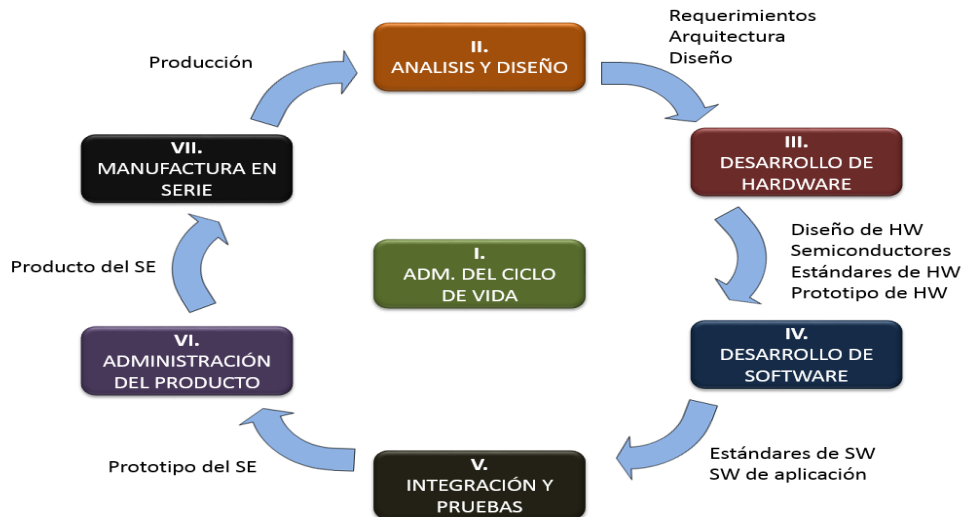


Nota: Adaptado por CENDITEL, A. Medrano, A. Serra, D. Díaz, Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología.

Metodología de desarrollo de sistemas embebidos (INFOTEC)

El uso de esta metodología se inició sin ser completamente terminados y estos evolucionan de forma tan rápida que lo conocido acerca de estos cambian constantemente, hoy en día todavía se debate la razón de nombrarlos sistemas embebidos, se pueden apreciar 4 características fundamentales:

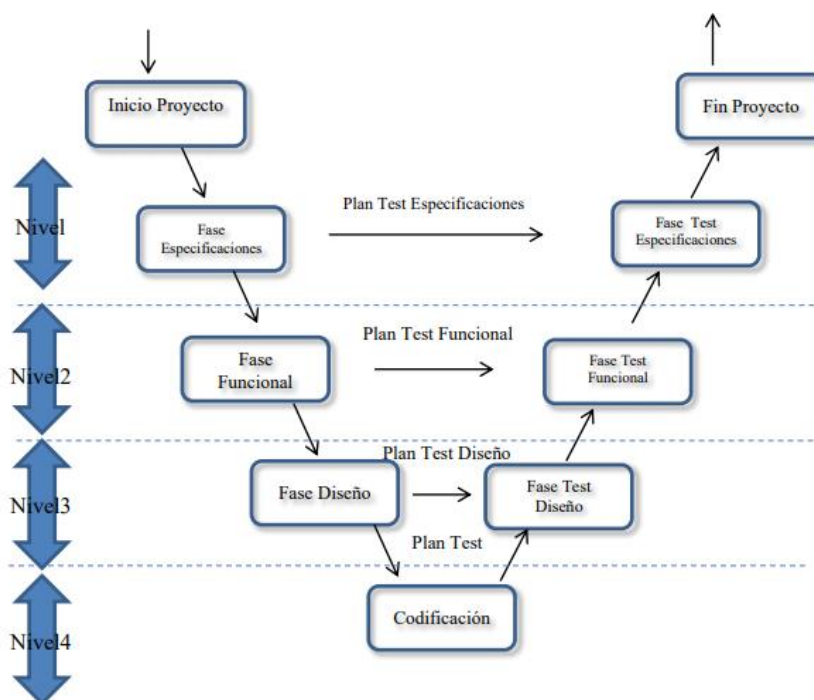
- Hardware.
- Software.
- Inteligencia computacional.
- Múltiples tareas ejecutadas.

Figura 11*Ciclo de sistemas embebidos*

Nota: Adaptado de SemanticWebBuilder, por INFOTEC ,2013, Metodologías en el diseño de sistemas embebidos,

Metodología V

La metodología V representa el ciclo de vida de proyectos que se centran en desarrollo de software, este modelo visualiza las fases como un diseño en V, donde nos muestra las diferentes fases y relaciones temporales que existe entre cada una de ellas.

Figura 12*Metodología en V*

Para entender la figura de la metodología V se divide en 2 partes; izquierda y derecha, donde el lado izquierdo se representa por las necesidades y especificaciones del software, y el lado derecho representa la integración de los módulos y el funcionamiento correcto del software.

Niveles del modelo V

La metodología V o también conocida como el modelo de 4 niveles lógicos, donde cada fase del modelo realiza una verificación y validación entre sí mismas. Sabiendo que cada nivel representa una parte del desarrollo del proyecto.

Nivel 1: Centrado en el cliente, el inicio y el final del proyecto constituyen las dos últimas partes del ciclo, donde se analizan las necesidades y especificaciones.

Nivel 2: Se encarga de las características funcionales del sistema que se propone, se llega a considerar el sistema en base al concepto de caja negra y poder calificarla solamente con procesos que son visibles por el usuario final.

Nivel 3: Aquí es donde finalmente se definen los componentes de hardware y software del sistema, lo que se conoce como la arquitectura del sistema.

Nivel 4: En este nivel se implementa y desarrolla los módulos del sistema.

Objetivos del Modelo V

- Minimizar los riesgos de cada fase del proyecto
- Realizar un proyecto con calidad
- Reducir costos del proyecto
- Mejorar la comunicación de Fases

Ventajas Modelo V

La siguiente lista muestra las ventajas que destacan en el modelo:

- Es un modelo simple y fácil de usar.
- Cada fase tiene consecuencias específicas.
- Los planes de prueba se desarrollan antes en el ciclo de vida, por lo que es más probable que tengan éxito que el modelo en cascada.

Suele ser un buen modelo para proyectos más pequeños.

Inconvenientes

El modelo presenta los siguientes inconvenientes:

- Es un modelo muy rígido.
- Limitada flexibilidad y adecuar el alcance es complicado y costoso.
- Se desarrolla el sistema mientras se implementa, por ello no suelen realizarse prototipos del software.
- La metodología no presenta guías definidas para problemas que se puedan encontrar en las fases de pruebas.

Tabla 2

Comparación de metodologías

Cuadro Comparativo de Metodologías			
Criterio	Metodología V	Metodología Hardware Libre	Metodología de desarrollo de sistemas embebidos
Nivel Complejidad	Normal	Normal	Difícil
Mayor presencia en investigaciones	Si	Si	No
Menor tiempo de elaboración de prototipos	SI	No especifica	No especifica
Acceso a la metodología	Si	Si	Si
Información de metodología	Si	No	No

Se optó la selección de la metodología V debido a que se puede encontrar información sobre esta misma, en diferentes marcos teóricos como tesis o libros. Además de haber mostrado resultados buenos en diferentes investigaciones.

Ubidots

Ubidots permite conectar fácilmente dispositivos mediante su gran cantidad de librerías y tutoriales que se pueden utilizar para realizar una integración a través de HTTP, MQTT, TCP, UDP

La infraestructura de Ubidots permite el envío de datos todos los días o cada segundo, está optimizada para recibir, calcular y devolver millones de puntos de datos cada segundo en todo el mundo. Tiene una retención de datos de 2 años.

Contiene herramientas que permiten crear cuadros, tablas, indicadores, mapas, métricas y widgets de control o desarrollar gráficos personalizados utilizando el lienzo HTML y su propio código.

Figura 13

Logo ubidots



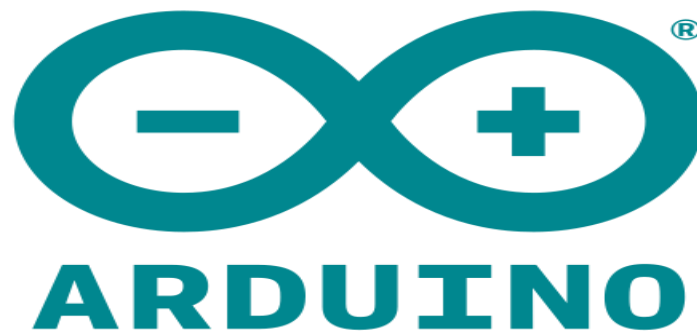
Nota: Adaptado de The Things Conference, por Ubidots,2018, Ubidots,

Arduino Ide

Integrated development environment (entorno de desarrollo integrado), permite escribir código de manera fácil y sencilla, además ayuda a cargar los códigos en las placas utilizadas para desarrollar, este Ide puede utilizarse en diferentes plataformas Windows, Mac, Linux y Android.

Figura 14

Logo arduino

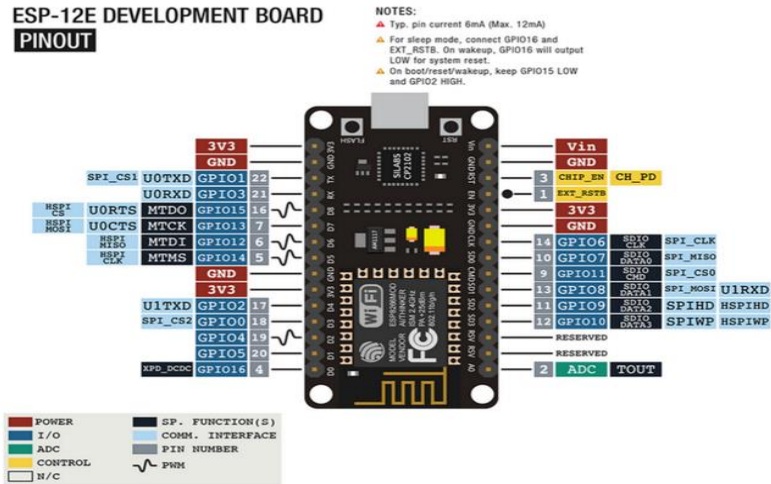


Nota: Adaptada de Wikipedia, por Fabrizio Garda ,2017,
Archivo:ArduinoLogo.

ESP8266 Wifi

La librería Wifi para ESP8266 ha sido desarrollada basándose en el SDK de ESP8266, usando nombres convencionales y la filosofía de funcionalidades generales de la librería Wifi de Arduino, con el tiempo la riqueza de las funciones Wifi del SDK de ESP8266 pasadas a ESP8266/Arduino superan a la librería Wifi de Arduino y se hizo evidente que tenemos que proporcionar documentación por separado sobre lo que es nuevo y extra.

Figura 15
ESP8266 Wifi



Nota: Adaptado de La web de ingeniería, por PINOUT, Modulo Node mcu esp8266.

El sensor ultrasónico HCSR04 usa un sonar para precisar la distancia a un objeto parecido a lo que realizan animales como murciélagos o delfines, cuenta con una excelente detección de rango sin contacto con alta precisión y lecturas estables en un Paquete fácil de usar. De 2 cm a 400 cm o 1 a 13 pies, la luz solar o material negro como los telémetros Sharp no afecta el funcionamiento de este sensor.

Figura 16
HC SR04



Nota: Adaptada de Código Electrónica, por O. Fernández, 2015, HC SR04.

Sensor De Humedad de Suelo

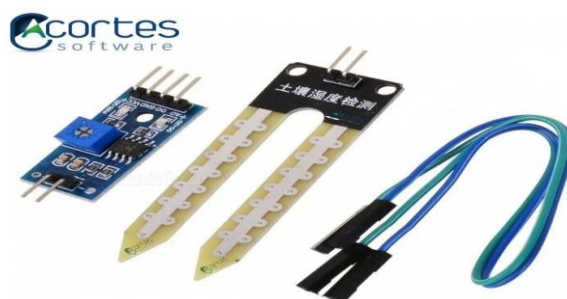
Este sensor de humedad puede leer cuánta humedad hay en el suelo circundante y es un sensor de baja tecnología, pero ideal para monitorear un jardín urbano.

Este sensor utiliza dos sondas para impulsar una corriente eléctrica a través del suelo y leer la resistencia para determinar el nivel de humedad. Cuanta más agua, mejor conduce la electricidad el suelo (menor resistencia), y menos seco conduce la electricidad (mayor resistencia).

- Voltaje de trabajo: 3.3v-5v
- Modo de salida dual, salida digital más precisa y salida analógica.
- Dimensiones de la sonda: 60mm/30mm (largo/ancho)
- Sensibilidad ajustable con mediante potenciómetro digital.
- Indicadores LED: indicador de alimentación (rojo) y salida de conmutación digital (verde)
- El módulo contiene un amplificador LM393

Figura 17

Sensor de humedad de suelo



Nota: Adaptada de Acortes Software, por A. Cortes, 2021, Proyecto 27 – sensor de humedad de suelo .

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

Preexperimental: ya que se utilizará diseños de un grupo con medición antes y después.

M O₁ X O₂

Donde:

M: Es la muestra que se está observando: el proceso de riego. **(Y)**

O1: Es la observación por desarrollar en la muestra – pre-test:

Hoja de cálculo, ficha de observación, hoja de cálculo. **(Y)**

X: Es la aplicación a nivel de prueba de la propuesta de especialidad:

Sistema lot. **(X)**

O2: Es la observación luego de la simulación de la propuesta de solución X – post test. **(Y)**

3.2. Población y muestra

Población

Desarrollo del proceso de riego realizado por la comunidad de Matará de principios del año 2018 hasta la actualidad, en el cual existen una cantidad indeterminada de elementos por analizar.

N = indeterminado

Muestra

Se tomará una muestra de 30 veces la ejecución del proceso de riego registradas por los comuneros de Matará, ya que se trata de un valor adecuado, según lo informa PETER PANDE en su libro Las claves prácticas de SIX Sigma.

n = 30 veces el proceso de riego

3.3. Hipótesis

El uso del Sistema lot mejorará el proceso de riego de la comunidad de Matará.

3.4. Variables y operacionalización

Variables

- a) Variable independiente: Sistema lot
- b) Variable dependiente: Proceso de riego

Indicadores

Variable Independiente: Sistema lot

Tabla 3

Indicadores de la variable independiente

Indicador	Índice
Presencia – Ausencia	NO, SI

Variable Dependiente: Proceso de riego

Tabla 4

Indicadores de la variable dependiente

Indicador	Unidad de medida
Volumen de agua utilizado en el riego	Volumen
Tiempo de abastecimiento de agua	Horas
Costo en el proceso de riego	Soles
Costo de adquisición de agua	Soles

Operacionalización

Tabla 5

Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento	Formula
VI: SISTEMA IOT	El Iot es simplemente el momento en el que hay más cosas u objetos que personas conectadas a Internet.	Es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red.		Presencia	
				-	Ausencia
VD: PROCESO DE RIEGO	El riego consiste en aportar agua en los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación y falta de control de agua.	Es un proceso importante en la agricultura que permite generar una mejor producción de los cultivos.	Volumen de agua utilizado en el riego.	Hoja de Calculo	Volumen de agua
			Tiempo de abastecimiento de agua.	Hoja de Calculo	Tiempo promedio de la actividad
			Costo en el proceso de riego.	Hoja de Calculo	Costo promedio de la actividad
			Costo de adquisición de agua.	Hoja de Calculo	Costo promedio

3.5. Métodos y técnicas de investigación

La siguiente tabla muestra las técnicas y herramientas utilizadas para recopilar información.

Técnicas e instrumentos de la investigación

Tabla 6

Técnicas e instrumentos de la investigación de campo

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1. Observación directa estructurada no Participante	Fichas de observación

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de la investigación experimental

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Seguimiento del número de procesos de riego realizado en un tiempo determinado.	Hoja de cálculo
Seguimiento del tiempo empleado en realizar el proceso de riego	Ficha de observación
Seguimientos de costos generados por el proceso de riego	Hoja de cálculo

Tabla 8*Técnicas e instrumentos de la investigación documental.*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Revisión de:	Computadora
Libros: Virtuales y físicas	USB
Revistas: Virtuales y físicas	Impresiones
Tesis: Virtuales y físicas	Google Drive
Internet	OneDrive
Artículos científicos.	Smartphones

CAPÍTULO IV
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1. Estudio de factibilidad

La realización de esta investigación requiere aclarar las capacidades de las herramientas y tecnologías utilizadas. A partir de nuestros hallazgos, podemos decir que el proyecto es viable ya que tenemos suficiente información sobre las herramientas, el software y el hardware utilizados para desarrollar la solución propuesta.

Tabla 9

Aspectos técnicos del proyecto software

Software
Microsoft Office 365 Hogar
Ubidots
Arduino Ide

Tabla 10

Aspectos técnicos del proyecto hardware

Hardware
<i>Laptop</i>
<i>Celular</i>
<i>Conectores</i>
<i>Resistencias</i>
<i>Protoboard</i>
<i>ESP8266 wifi</i>
<i>Sensor DHT11</i>
<i>Sensor HC-SR04</i>

Factibilidad operativa

El proyecto está operativo porque los investigadores están capacitados para utilizar la tecnología necesaria y además pueden asesorar en la implementación de sistemas de Internet de las Cosas para procesos de riego.

Factibilidad económica

Esta investigación es económicamente viable ya que esta inversión dará sus frutos a medio y largo plazo y se verá reflejada en la futura comercialización de este producto.

Tabla 11

Costo del proyecto

Recursos	Cantidad	Costos S/.
Recursos Humanos		
● Gutierrez P. Josue		S/. 1000,0
● Narváez M. Jorge		S/. 1000,0
Hardware y Utilitarios		
● Laptops	2	S/. 8,000
● Impresión	-	S/.150
● Utilitarios de oficina (Papel, Lapiceros, etc.)	-	S/. 300
Servicios		
● Energía Eléctrica	-	S/. 2,000
● Internet	-	S/. 632
● Ubidots (Versión Free)	-	S/.0
● Pasajes	-	S/.400
Software		
● Microsoft Office 365 Hogar	2	S/. 579,98
● Arduino Ide	-	S/. 0
Herramientas de Desarrollo		
● Conectores	-	S/. 500
● Laptop	1	S/. 800.00
● Celular	1	S/. 600.00
● ESP8266 wifi	1	S/. 27.00
● Sensor DHT11	1	S/. 9.00
● Sensor HC-SR04	2	S/. 13.00
Subtotal		S/. 16,010.98
Imprevistos		S/. 3000
Total		S/. 19,010.98

4.2. Análisis

Definición de especificaciones

Los requerimientos fueron obtenidos mediante el análisis del funcionamiento actual del sistema de riego y consultando con diferentes comuneros que utilizaran el aplicativo para monitorear el estado de agua.

Tabla 12

Requerimientos no funcionales

Requerimientos no Funcionales	
RNF001	El aplicativo debe estar disponible en dispositivos móviles y pc
RNF002	La interfaz del aplicativo debe ser intuitiva y fácil de utilizar
RNF003	Los datos obtenidos deben ser representados en gráficos
RNF004	La conexión de la aplicación con los sensores debe ser sencilla
RNF005	Los datos serán transmitidos mediante señal wifi
RNF006	La inclusión de nuevos sensores debe fácil y rápido

Tabla 13

Requerimientos funcionales

Requerimientos Funcionales	
RF001	La aplicación contará con un login de Ingreso
RF002	La aplicación permitirá enviar solicitudes a los administradores para solicitar suministro de agua
RF003	El servicio Ubidots enviará un mensaje cuando se sobrepase el límite establecido en los sensores
RF004	La aplicación mostrar la información de los sensores asignados a cada usuario

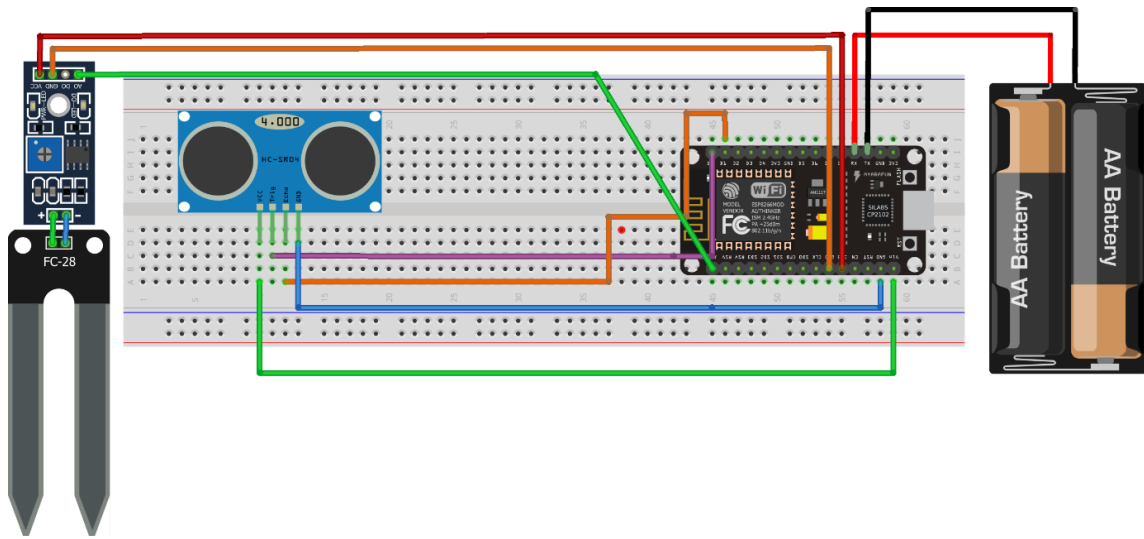
4.3. Diseño

Diseño global

Se realizó el prototipo de las conexiones y de los sensores utilizados en el desarrollo de la aplicación.

Figura 18

Diseño de prototipo para un usuario

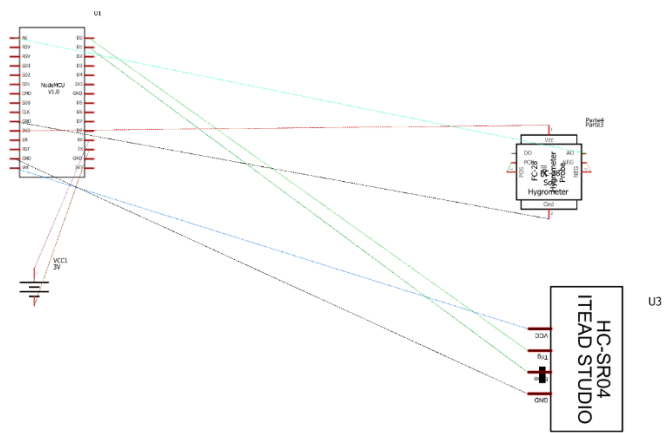


fritzing

Se puede observar el diagrama esquemático

Figura 19

Diseño esquemático



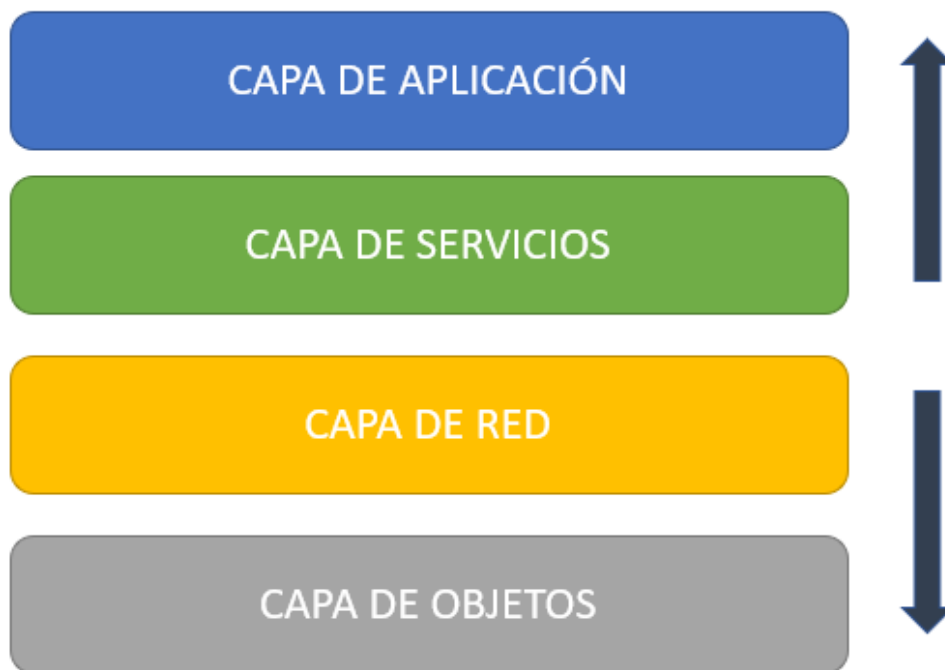
fritzing

Arquitectura SOA para sistemas de lot

lot es que las cosas u objetos deben estar interconectadas en la red, un sistema lot basado en arquitecturas debe garantizar el funcionamiento de las cosas, estableciendo un puente entre las cosas (parte física) y el mundo virtual de lot. Una arquitectura basada en SOA para el desarrollo de sistemas de lot propuesta se conforma de 4 capas (Sosa et al., 2016).

Figura 20

Arquitectura Soa basada en lot



Capa de objetos

Integra los dispositivos de hardware visibles en la red, en este caso se mostrarán los sensores conectados a ESP8266 Wifi que se encargan de tomar datos de las albercas donde se almacena el agua utilizada para el riego.

Capa de Red

Aquí se muestra la infraestructura de conexión que permite compartir datos entre los dispositivos interconectados enviando eventos o notificaciones a los servicios disponibles, en este proyecto se está utilizando la red inalámbrica con tecnología Wifi.

Capa de Servicio

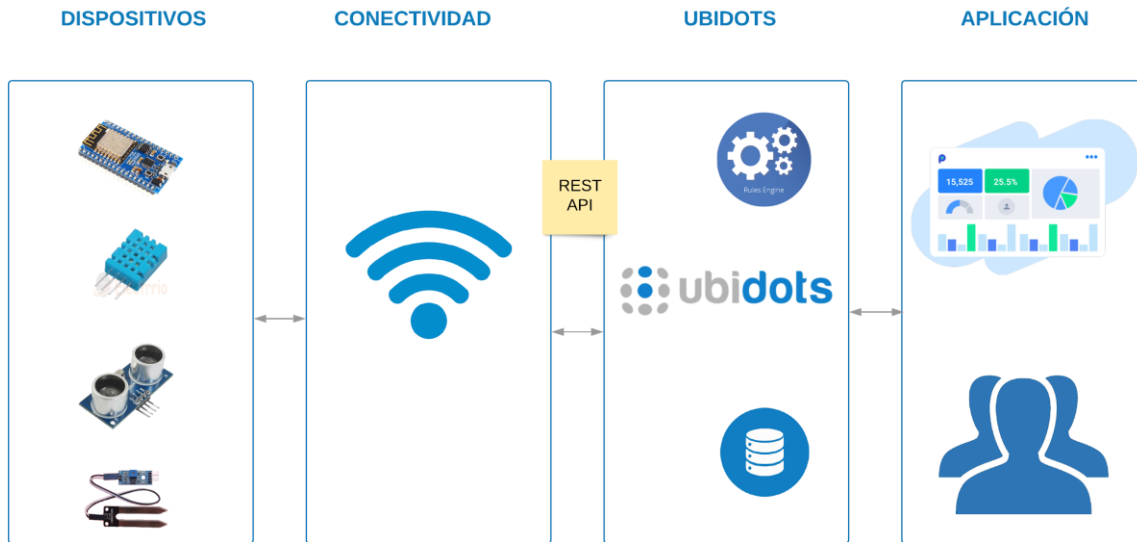
Se gestionan los servicios que se necesitan para un funcionamiento correcto de los sistemas, la comunicación con esta capa es bidireccional y opera como interfaz entre la capa de objetos y la capa de aplicación, en el proyecto se utiliza el servicio Ubidots.

Capa de Aplicación

Capa encargada de entregar las aplicaciones a los usuarios, la aplicación utilizada en el proyecto fue desarrollada con el Framework Ionic que muestra los datos obtenidos por los sensores y gestionado por el servicio Ubidots.

Funcionamiento Software

Funcionamiento del sistema inteligente para el proceso de riego en la comunidad de Matará.

Figura 21*Funcionamiento de IoT*

Para operar esta tecnología, la arquitectura debe cumplir con ciertos requisitos. Necesitamos habilitar la distribución de tecnologías que permitan que los objetos interactúen e interactúen de manera escalable, eficiente y segura.

La base del IoT como arquitectura es distribuir dispositivos conectados en el entorno de trabajo, lo cual implica que la información que se adquiere sea de diferentes lugares, así sean procesadas en diferentes máquinas o servidores.

Aunque son dispositivos separados físicamente, están conectados por una red de comunicación. Cada dispositivo tiene su propio software y hardware, y la arquitectura debe poder presentar todos los dispositivos como un solo sistema frente a los usuarios y dispositivos.

Fórmula para medir el volumen de agua

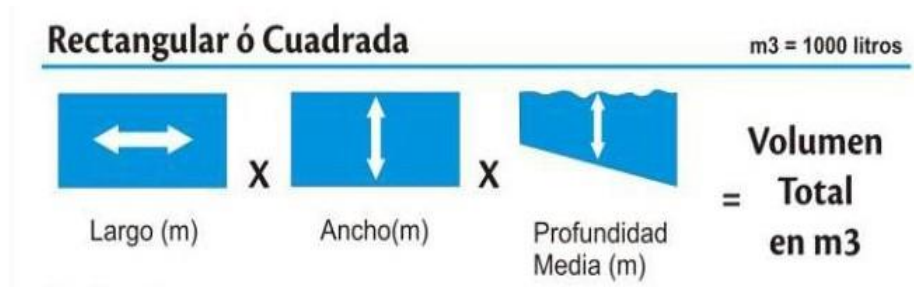
Para calcular el volumen de agua en una alberca, se debe primero observar su formato y realizar las mediciones necesarias utilizando centímetros y metros, después, se deben aplicar las fórmulas que siguen según el formato de la alberca, en base a esto y para calcular el volumen de una alberca, se va a explicar las más comunes utilizadas por la comunidad de Matará.

Albercas rectangulares

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \text{Anchura (m)} \times \text{Longitud (m)} \times \text{Profundidad (m)}$$

Figura 22

Medición de agua en alberca rectangular



Albercas circulares

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \text{Diámetro (m)} \times \text{Diámetro (m)} \times \text{Profundidad (m)} \times 0,78$$

Figura 423

Medición de agua en alberca circular



4.4. Construcción

Implementación, test de unidad, integración

Se proponen los siguientes prototipos para cumplir con el requerimiento RF001.

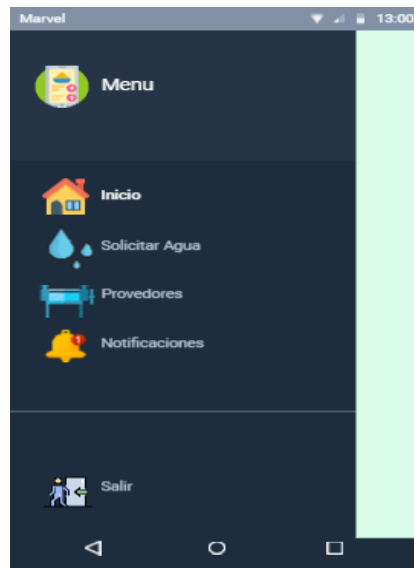
Figura 24

Login app móvil de lot



El login cuenta con dos tipos de acceso (Administrador y Comunero), cada uno tiene las mismas opciones a nivel de menú, pero pueden visualizar información según su nivel de usuario.

- El administrador podrá ver el estado del reservorio principal, así como la cantidad de agua.
- El administrador podrá responder a las solicitudes de los Comuneros, mediante un chat integrado en la aplicación.
- El comunero podrá enviar mensajes con solicitudes de Agua.

Figura 25*Menú de app móvil de lot*

Se proponen los siguientes prototipos para cumplir con el requerimiento RF002 y RF00

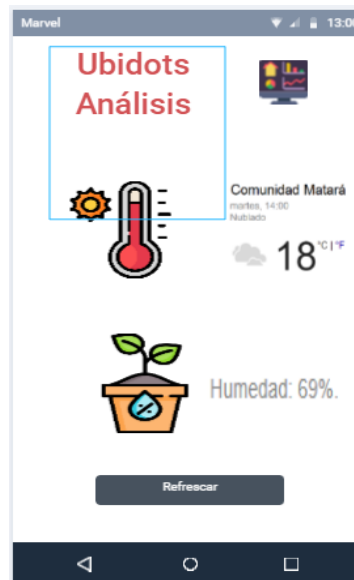
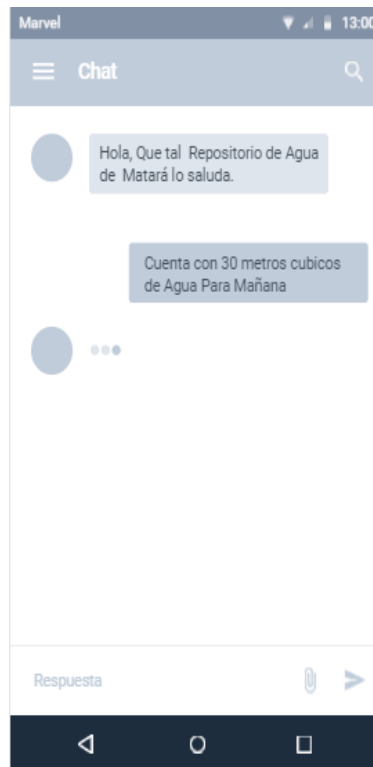
Figura 26*Datos app móvil (comunero)*

Figura 27*Datos app móvil (administrador)*

En estas pantallas como prototipo se podrá visualizar los datos que se obtienen del sistema lot mediante la plataforma Ubidots que trabaja juntamente con los sensores.

- El prototipo para Administrador se podrá visualizar la cantidad de agua que se tiene en los reservorios, por metros cúbicos y a cuanto equivale en litros.
- El prototipo para Comunero se visualizará la temperatura y humedad del área de riego.

Se proponen el siguiente prototipo para cumplir con el requerimiento RF002.

Figura 28*Chat de app móvil de lot*

Este prototipo está implementado para ambos usuarios donde podrán interactuar entre sí y poder mejorar la comunicación.

- El comunero podrá solicitar agua cuando sea necesario desde el aplicativo móvil.
- El administrador de los reservorios responderá a los requisitos de agua según la disponibilidad de esta.

Configuración Ubidots

Crear una cuenta en Ubidots, en el cual se definirá el nombre del aplicativo que servirá como dominio para la página administrable que brinda Ubidots.

URL: <https://controldeagua.lot.ubidots.com/accounts/signin/>

Figura 29

Creación de cuenta ubidots

Ubidots

Ubidots Low-code IoT Application Development Platform

A toolkit for assembling and launching Mobile and Web IoT Apps

LOGIN

This username is already taken

ControldeAgua

williamsjosuegutierrez@gmail.com

The app name must contain only lowercase letters or numbers

ControldeAgua .iot.ubidots.com

.....

CREATE MY APP

Looking for our free, non-commercial platform? Check out [Ubidots STEM](#)
By signing up you agree to our [Terms of Service](#) and [Privacy Policy](#)

Configuramos los parámetros principales para el correcto funcionamiento del sistema, los cuales son (Idioma, Zona horaria, Tablero por defecto y numero de decimales).

Figura 30

Configuraciones iniciales ubidots

Preferencias

Idioma	Spanish	
Zona horaria ⓘ	America/Lima	
Tablero por defecto ⓘ	Control de Agua	
Número de decimales ⓘ	2	

Obtenemos las llaves del API para identificar a cada uno de nuestros dispositivos que tendrán comunicación que Ubidots.

Figura 31*Llaves ubidots*

Se decidió trabajar con la versión gratuita de ubidots que permite utilizar todas sus funcionalidades por el plazo de 30 días.

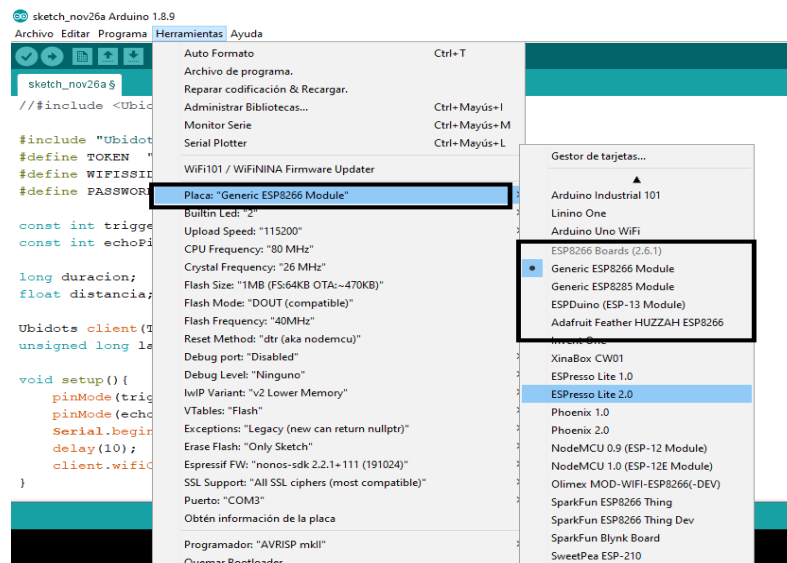
Figura 532*Plan ubidots*

Utilizamos el arduino Ide 1.8.9 ya que la versión 1.8.10 tenía incompatibilidad con algunas librerías seleccionadas para llevar a cabo el proyecto.

Se agrego la tarjeta Generic ESP8266 Module para poder compilar el código en nuestra placa NodeMCU ESP8266.

Figura 33

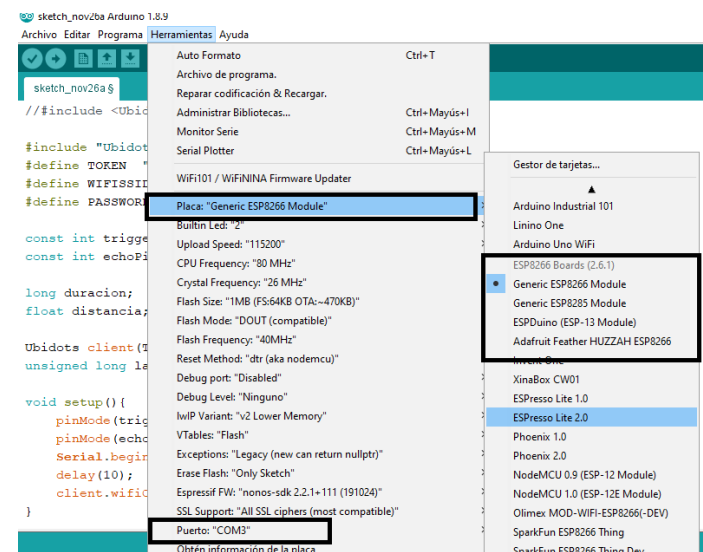
Agregar placa en arduino Ide



Para este sensor utilizamos el Puerto COM3.

Figura 34

Puerto del sensor



Para comenzar con la programación de los sensores necesitamos agregar la librería UbidotsMicroESP8266.h

Definimos las siguientes variables:

- TOKEN: Token brindado por Ubidots

- WIFISSID: Nombre de la Red
- PASSWORD: Contraseña de la Red

El constructor `client.wifiConnection` devuelve éxito o fracaso dependiendo de la conexión realizada con los datos enviados.

Figura 35

Parámetros e inicio



```

sketch_nov26a Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sketch_nov26a $
//#include <UbidotsMicroESP8266.h>

#include "UbidotsMicroESP8266.h"
#define TOKEN "XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX"
#define WIFISSID "XXXXXXXX"
#define PASSWORD "XXXXXXXXXX"

const int triggerPin = 16; //D0
const int echoPin = 5; //D1

long duracion;
float distancia;

Ubidots client(TOKEN);
unsigned long lastMillis = 0;

void setup() {
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  client.wifiConnection(WIFISSID, PASSWORD);
}

```

Iniciamos el envío de los datos con una condición que permite elegir el lapso de cada envío, el cual se configuró en 10 segundos.

Leemos los datos de los sensores, conectados al nodemcu esp8266 y lo enviamos a Ubidots, esta parte del código se puede apreciar que estamos enviando la variable distancia recibida por el sensor ultrasónico a la variable principal que es como lo recibirá Ubidots.

Figura 36*Envío de datos*

```
sketch_nov26a Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_nov26a $
void loop() {
  if (millis() - lastMillis > 10000) {

    digitalWrite(triggerPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);

    digitalWrite(triggerPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(triggerPin, LOW);

    duracion = pulseIn(echoPin, HIGH);

    Serial.println("Duración: ");
    Serial.println(duracion);

    distancia= duracion*0.034/2;

    Serial.print("Distancia: ");
    Serial.println(distancia);
    delay(500);

    lastMillis = millis();

    client.add("Principal", distancia);
    client.sendAll(true);

  }
}
```

En la plataforma bidots se puede observar que la placa ESP8266 se visualiza y está listo para trabajar con sus variables.

Figura 37*Ubidots sensor ESP8266*

The screenshot shows the Ubidots dashboard with the following elements:

- Header: Ubidots logo, navigation menu (Dispositivos, Data, Usuarios, Aplicaciones), and a trial status indicator (27 days left on trial).
- Section: Dispositivos
- Search: "Buscar Dispositivos" with a search icon.
- Table:

NAME	LASTACTIVITY	CREATED AT	ORGANIZATION	ACCIONES
ESP8266	hace 5 minutos	2019-11-24 15:49:31 -05:00	---	[Icons]
- Footer: "ROWS PER PAGE 30" and pagination arrows.

Ingresando al sensor, se puede apreciar que la variable principal ya empieza a recibir datos del sensor ultrasónico.

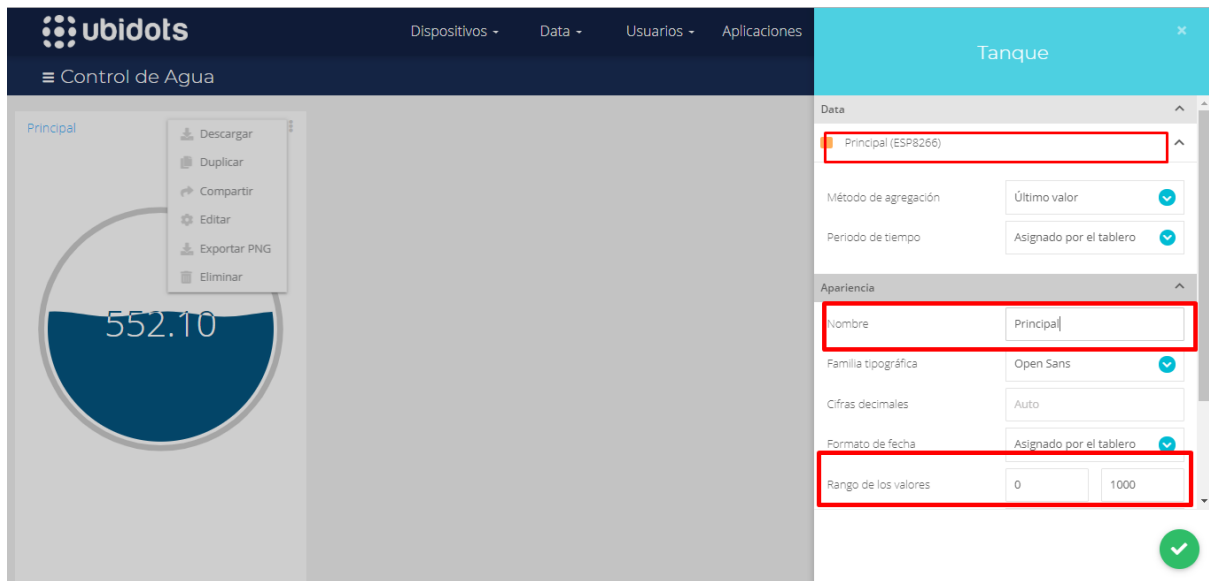
Figura 38*Ubidots variable principal*

The screenshot shows the Ubidots dashboard with the following elements:

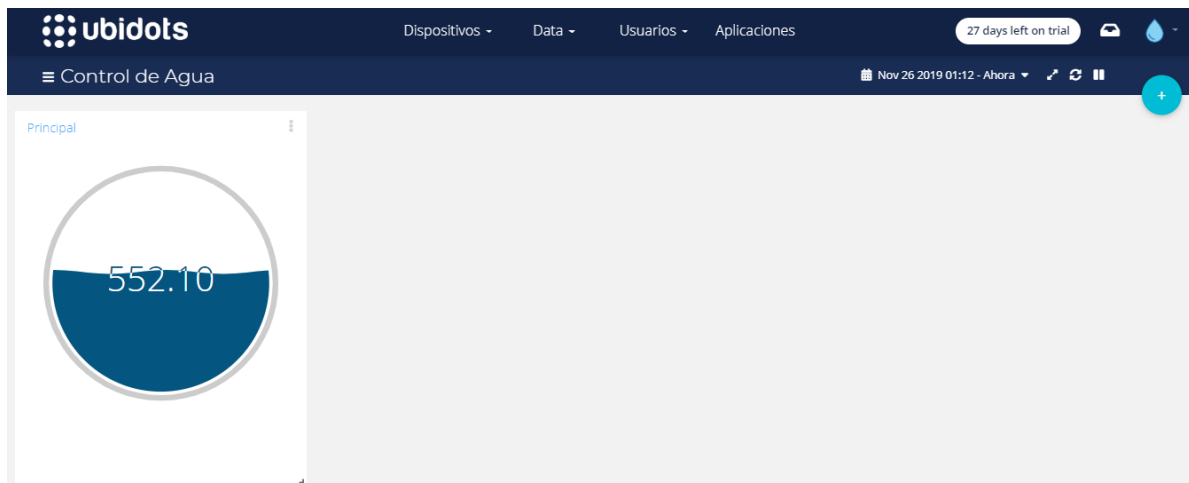
- Header: Ubidots logo, navigation menu, and trial status indicator.
- Section: ESP8266
- Configuration Panel (Left):
 - Variable: 552.10 Principal
 - Descripción: Cambiar descripción
 - API Label: principal
 - ID: 5ddca76273efc31be2bb28eb
 - Rango permitido: Desde: Min hasta: Max
 - Unidad: Agregar unidad
 - Etiquetas: Agregar nueva etiqueta
 - Última actividad: hace 7 minutos
- Graph: Shows a single data point at 552.10 on Nov 25 2019 23:17. The y-axis ranges from 0 to 600.
- Table:

FECHA	VALOR	CONTEXTO	ACTIONS
2019-11-27 01:02:21 -05:00	552.10	0	[Icon]

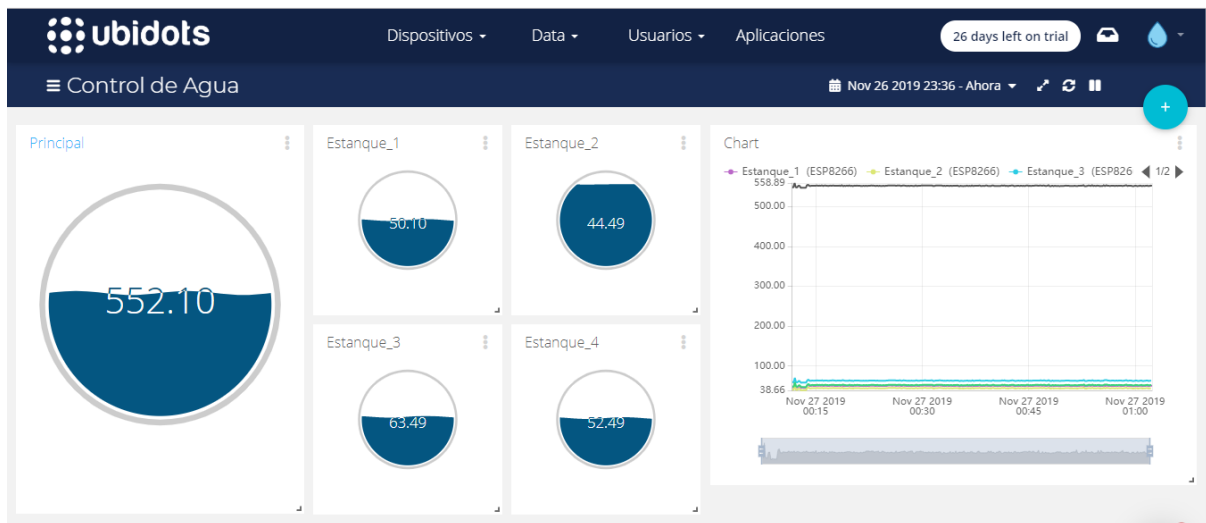
Ahora configuramos el widget Tanque, asociamos la variable Principal y configuramos un rango de valores para este caso de 0 a 1000.

Figura 39*Configuración widget tanque*

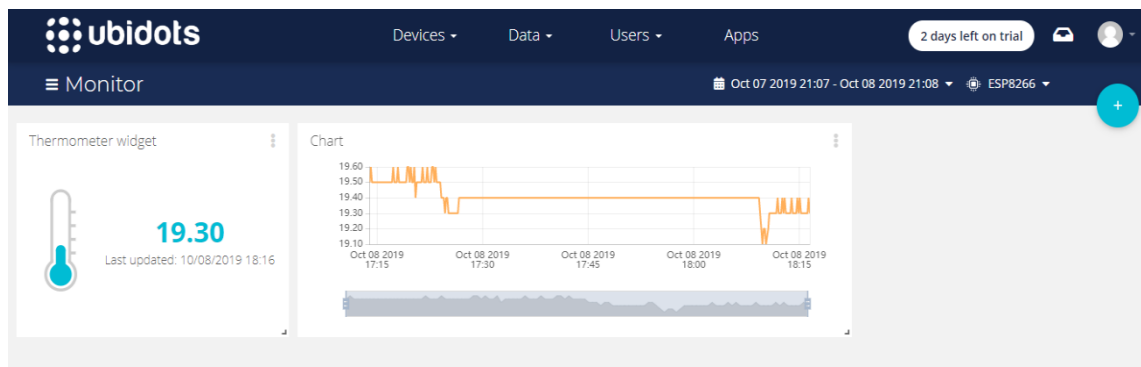
Como se puede apreciar en la siguiente imagen el widget está completamente configurado y recibiendo datos a tiempo real del sensor.

Figura 640*Widget tanque*

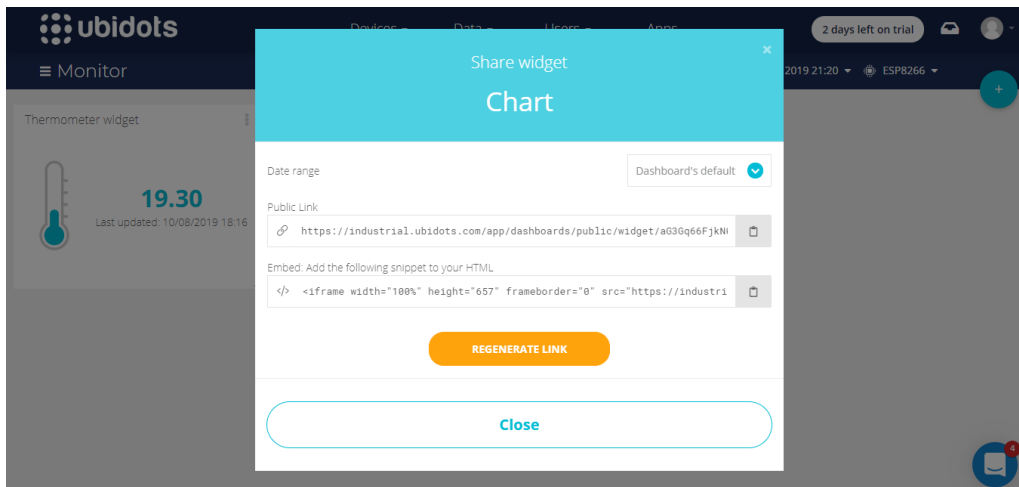
Después de configurar varios sensores y asociarlos a nuevos widgets así es como se ve el dashboard control de agua.

Figura 41*Dashboard control de agua*

También realizamos pruebas con el sensor DHT11, en la imagen siguiente se muestran los datos enviados de Arduino Ide a Ubidots utilizando un widget Termómetro.

Figura 42*Ubidots dashboard sensor de temperatura*

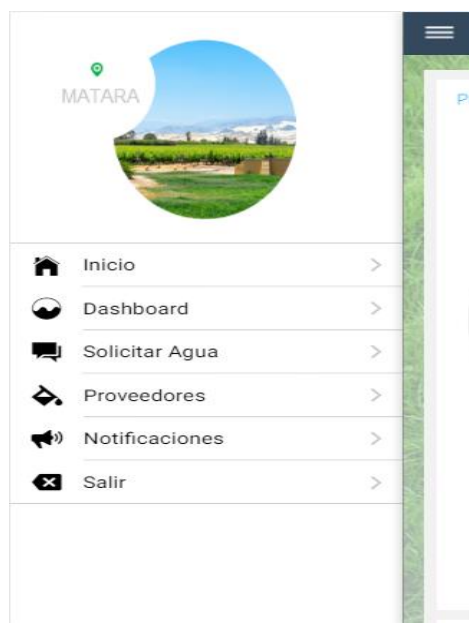
Lo widgets y dashboards configurados en ubidots permiten generar un enlace que será utilizado en el aplicativo, cada enlace es único y tiene dos formas de integración un enlace público o compartirlo mediante un gráfico en formato HTML.

Figura 43*Ubidots chart configuración***Figura 44***Login de aplicativo*

Pantalla de que permite la recuperación del a contraseña, ingresando la contraseña registrada en la cuenta de usuario.

Figura 45*Recuperación de contraseña*

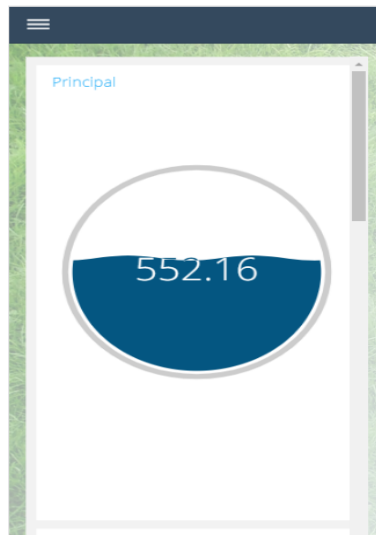
Menú principal del aplicativo cuenta con las opciones necesarias para utilizar todas las funcionalidades del aplicativo.

Figura 46*Menú principal*

La opción Dashboard del menú principal permite visualizar los widgets configurados para cada usuario de la aplicación, los gráficos muestran los datos recibidos en la plataforma Ubidots.

Figura 47

Opción dashboard



La figura 48, permite comunicarnos con el proveedor de agua y solicitar la cantidad de solicitada, el primer paso es registrar el nombre que se mostrara en la conversación.

Figura 48

Solicitud de agua

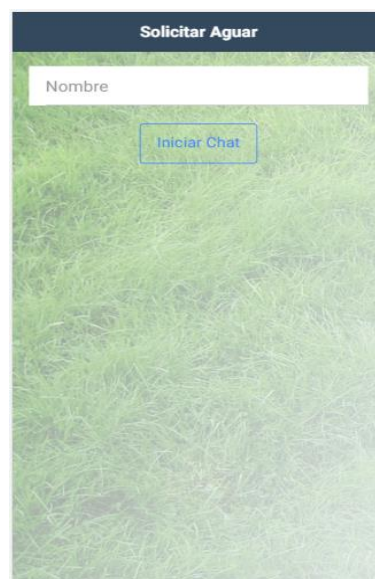
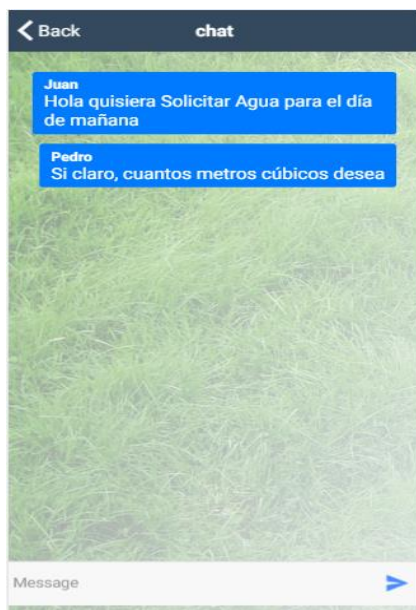
A screenshot of a mobile application form titled "Solicitar Agua" in a dark blue header. Below the header, there is a white text input field with the placeholder text "Nombre". Below the input field, there is a blue button with the text "Iniciar Chat". The background of the form is a light green, textured pattern.

Figura 49

Conversación con el proveedor



CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

5.1. Nivel de confianza

Se tuvo en cuenta y se trabajó con un nivel de confianza del 95%, por lo que tendremos un margen de error de 5%.

5.2. Resultados genéricos

- Desarrollo del prototipo
- Análisis de requerimientos funcionales de la aplicación
- Desarrollo de aplicativo
- Análisis de funcionalidades

5.3. Resultados específicos

Resultado de preprueba y postprueba para los indicadores I1, I2, I3, I4.

Tabla 14*Datos de preprueba y postprueba*

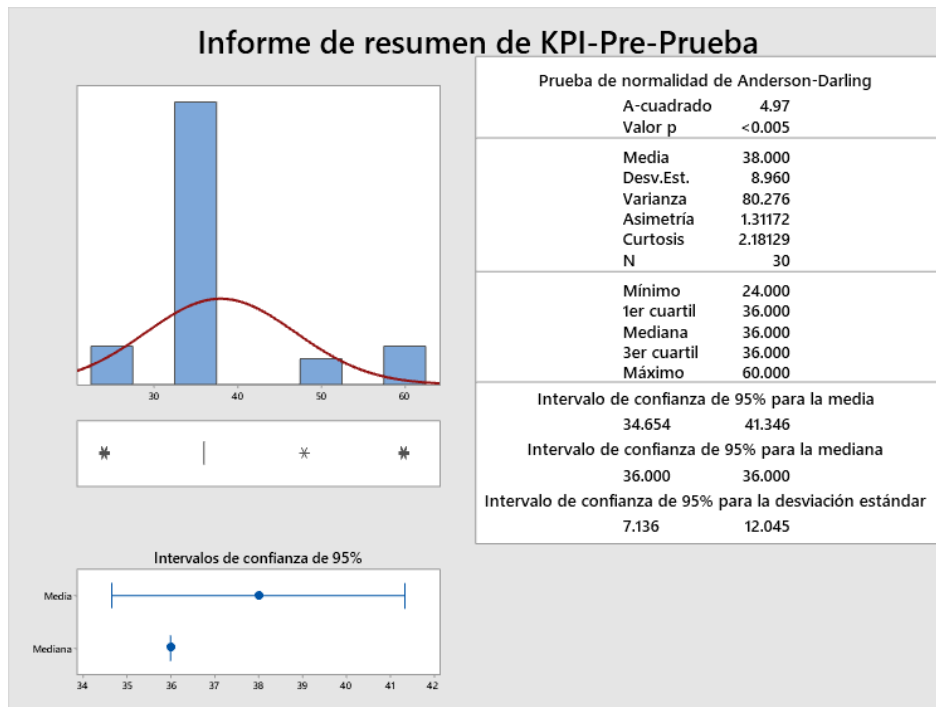
N°	Volumen de agua utilizado en el riego (m3)		Tiempo de abastecimiento de agua (Minutos)		Costos del proceso de riego (S/ quincenal)		Costos de adquisición de agua (S/)	
	Pre-Prueba	Post-Prueba	Pre-Prueba	Post-Prueba	Pre-Prueba	Post-Prueba	Pre-Prueba	Post-Prueba
1	36	25	240	30	140	40	60	40
2	24	18	180	20	130	118,8	40	28,8
3	36	26	240	25	150	41,6	60	41,6
4	36	28	210	24	150	44,8	60	44,8
5	36	26	240	30	40	41,6	60	41,6
6	36	28	210	24	140	44,8	60	44,8
7	36	28	210	23	140	44,8	60	44,8
8	36	26	240	25	150	41,6	60	41,6
9	36	26	210	20	140	41,6	60	41,6
10	48	38	300	20	240	60,8	80	60,8
11	60	52	300	20	280	83,2	100	83,2
12	24	16	180	26	120	25,6	40	25,6
13	24	15	180	24	130	24	40	24
14	36	22	240	30	140	35,2	60	35,2
15	36	26	210	24	140	41,6	60	41,6
16	36	25	240	26	150	40	60	40
17	36	24	210	24	140	38,4	60	38,4
18	60	58	300	23	280	92,8	100	92,8
19	36	22	210	23	150	35,2	60	35,2
20	36	26	210	21	150	41,6	60	41,6
21	48	42	300	20	240	67,2	80	67,2
22	36	26	210	22	150	41,6	60	41,6
23	36	26	210	22	140	41,6	60	41,6
24	36	22	240	28	140	35,2	60	35,2
25	36	22	210	30	150	35,2	60	35,2
26	36	22	210	25	150	35,2	60	35,2
27	60	52	300	22	280	83,2	100	83,2
28	36	27	210	30	140	43,2	60	43,2
29	36	24	210	24	150	38,4	60	38,4
30	36	25	240	25	150	40	60	40

5.4. Análisis e interpretación de resultados

KPI1, Volumen de agua utilizado en el riego (m³) - preprueba.

Figura 50

Volumen de agua utilizado en el riego(m³) preprueba



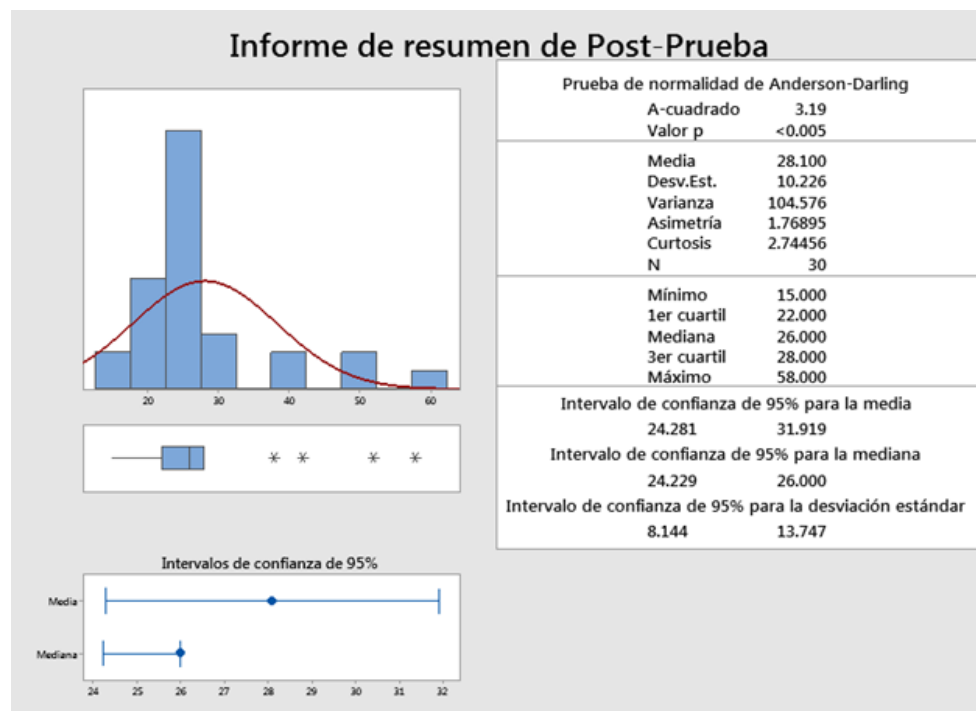
- Los datos mostrados en la figura 50 muestran un comportamiento no normal debido a que el valor de p es menor a 0.005, pero son valores muy cercanos, lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- El volumen de agua promedio empleado en el proceso de riego según las observaciones individuales con respecto a la preprueba es de 38.000 m³.
- Alrededor del 95% de los m³ de agua empleados en el proceso de riego están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 36.000 y 36.000 m³.
- La curtosis = 2.18129 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.

- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% de los m³ de agua utilizado para el proceso de riego es menor que o igual al valor de 36.00 m³.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% de los m³ de agua utilizado para el proceso de riego es menor que o igual al valor de 36.00 m³.

KPI1, Volumen de agua utilizado en el riego (m³) - postprueba.

Figura 51

Volumen de agua utilizado en el riego(m³) - postprueba



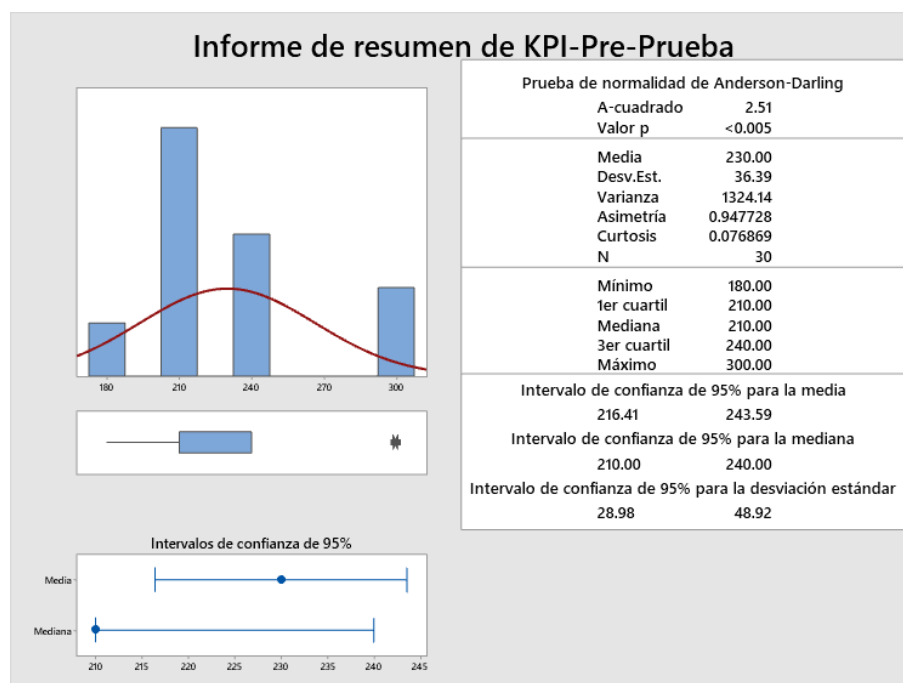
- Los datos mostrados en la figura 51 muestran un comportamiento normal debido a que el valor de p (0.005) es igual a 0.005. lo cual se confirma la veracidad de los intervalos de confianza.
- El volumen de agua promedio empleado en el proceso de riego según las observaciones individuales con respecto a la postprueba es de 28.100 m³.
- Alrededor del 95% de los m³ de agua empleados en el proceso de riego están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 24.281 y 31.919 m³.

- La curtosis = 2.74456 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% de los m³ de agua utilizado para el proceso de riego es menor que o igual al valor de 22.00 m³.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% de los m³ de agua utilizado para el proceso de riego es menor que o igual al valor de 28.00 m³.

KPI2, Tiempo en el abastecimiento de agua - preprueba.

Figura 52

Tiempo de abastecimiento de agua - preprueba



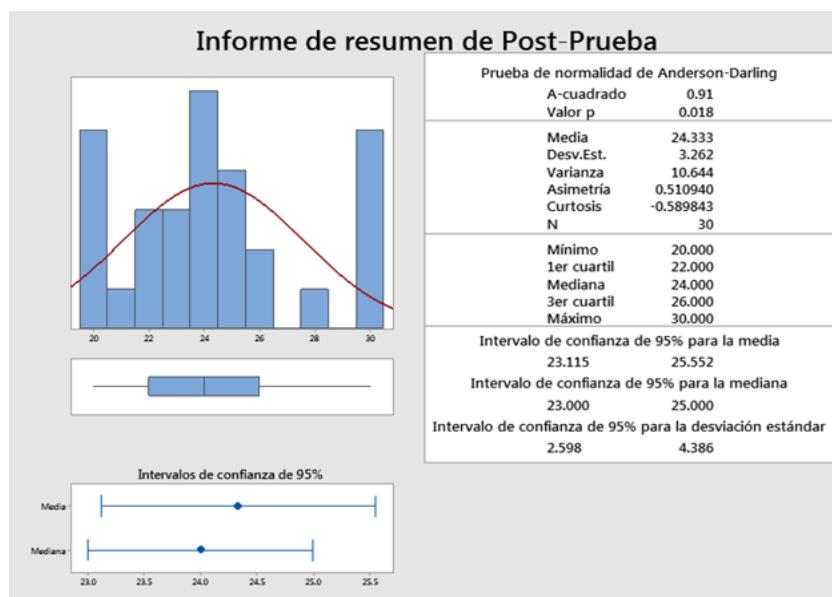
- Los datos mostrados en la figura 52 muestran un comportamiento no normal debido a que el valor de p es menor a 0.005., pero son valores muy cercanos lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- El tiempo empleado en el abastecimiento de agua según las observaciones individuales con respecto a la preprueba es de 230.00 minutos.

- Alrededor del 95% del tiempo empleado en el abastecimiento de agua están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 216.41 y 243.59 minutos.
- La curtosis = 0.076869 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% del tiempo utilizado para el abastecimiento de agua es menor que o igual al valor de 210.00 minutos.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% del tiempo utilizado para el abastecimiento de agua es menor que o igual al valor de 240.00 minutos.

KPI2, Tiempo en el abastecimiento de agua - postprueba.

Figura 53

Tiempo de abastecimiento de agua - postprueba



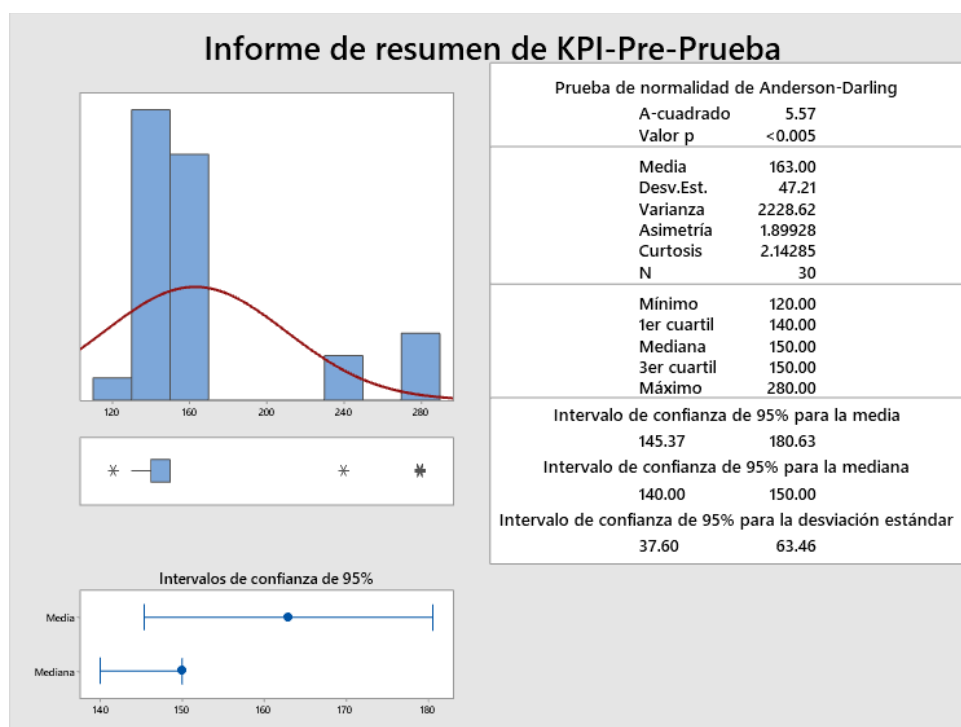
- Los datos mostrados en la figura 53 muestran un comportamiento no normal debido a que el valor de p es menor a 0.005., pero son valores muy cercanos lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.

- El tiempo empleado en el abastecimiento de agua según las observaciones individuales con respecto a la postprueba es de 24.333 minutos.
- Alrededor del 95% del tiempo empleado en el abastecimiento de agua están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 23.115 y 25.552 minutos.
- La curtosis = -0.589843 indica que hay valores de tiempos con picos muy bajos.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% del tiempo utilizado para el abastecimiento de agua es menor que o igual al valor de 22.00 minutos.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% del tiempo utilizado para el abastecimiento de agua es menor que o igual al valor de 26.00 minutos.

KPI3, Costo del proceso de riego - preprueba.

Figura 54

Costos del proceso de riego - preprueba

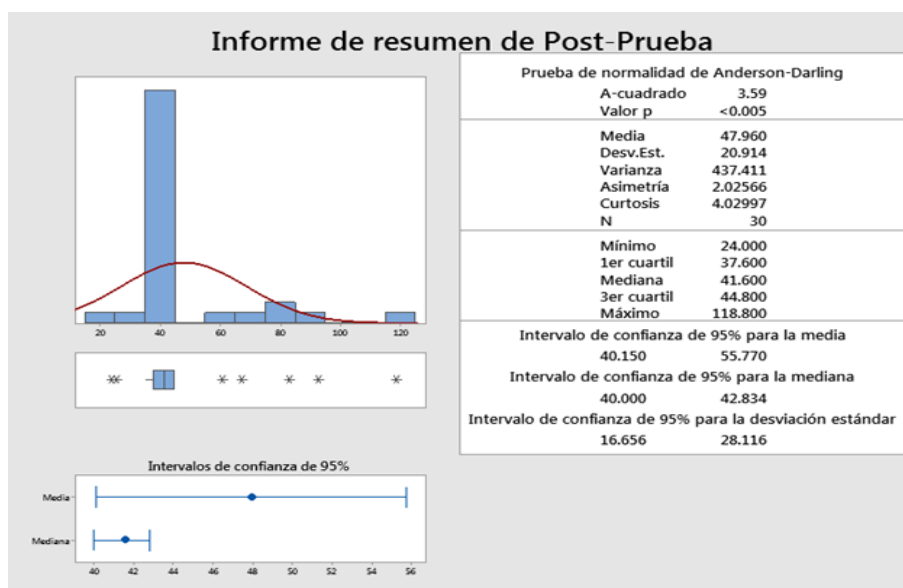


- Los datos mostrados en la figura 54 muestran un comportamiento no normal debido a que el valor de p es menor a 0.005., pero son valores muy cercanos lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- El costo del proceso de riego según las observaciones individuales con respecto a la preprueba es de 163.00 soles.
- Alrededor del 95% del costo empleado en el proceso de riego están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 145.37 y 150.00 soles.
- La curtosis = 2.14285 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% del costo en el proceso de riego es menor que o igual al valor de 140.00 soles.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% del costo en el proceso de riego es menor que o igual al valor de 150.00 soles.

KPI3, Costo del proceso de riego - postprueba.

Figura 55

Costos del proceso de riego - postprueba

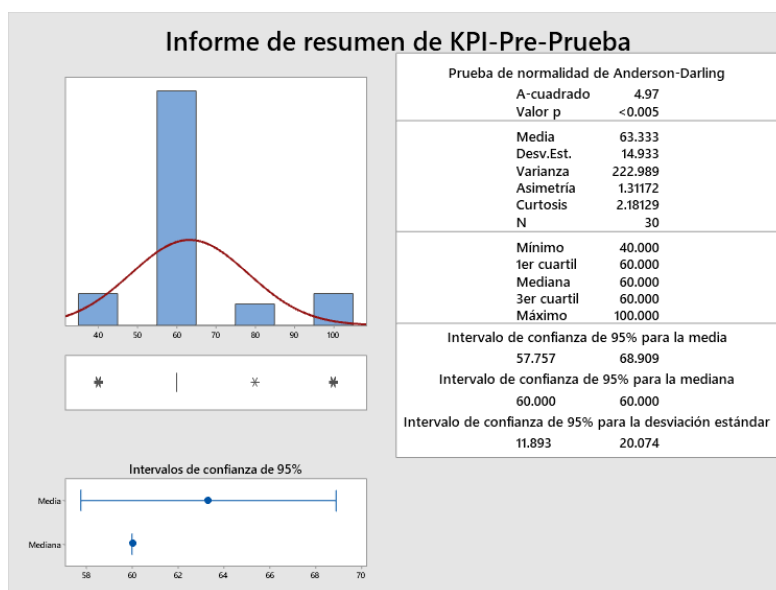


- Los datos mostrados en la figura 55 muestran un comportamiento no normal debido a que el valor de p es menor a 0.005, pero son valores muy cercanos lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- El mosto del proceso de riego según las observaciones individuales con respecto a la post prueba es de 47.960 soles.
- Alrededor del 95% del costo empleado en el proceso de riego están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 40.150 y 55.770 soles.
- La curtosis = 4.02997 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% del costo en el proceso de riego es menor que o igual al valor de 37.600 soles.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% del costo en el proceso de riego es menor que o igual al valor de 44.800 soles.

KPI4, Costos de adquisición de agua - preprueba.

Figura 56

Costos de adquisición de agua - preprueba

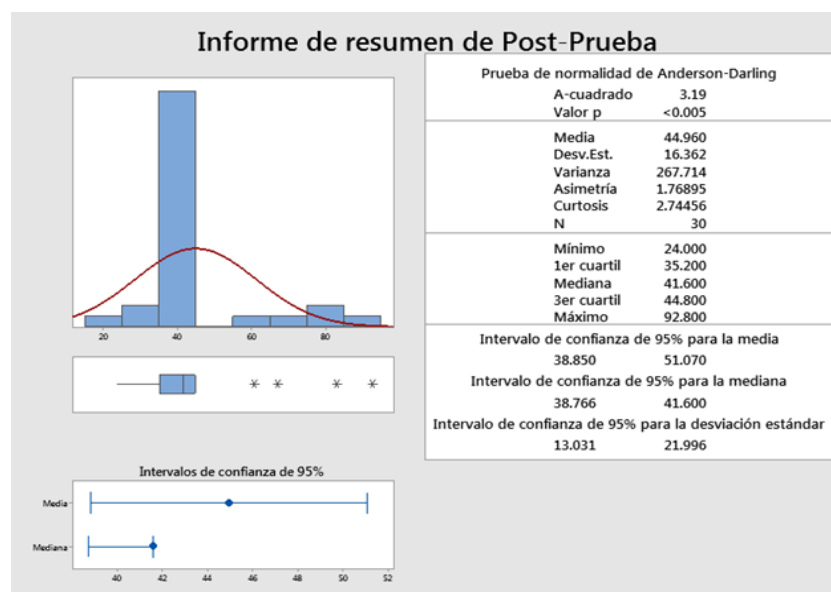


- Los datos mostrados en la figura 56 muestran un comportamiento no normal debido a que el valor de p es menor a 0.005, pero son valores muy cercanos lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- El costo de adquisición de agua según las observaciones individuales con respecto a la preprueba es de 63.333 soles.
- Alrededor del 95% del costo empleado en la adquisición de agua están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 57.757 y 68.909 soles.
- La curtosis = 2.18129 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% del costo en la adquisición de agua es menor que o igual al valor de 60.00 soles.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% del costo en la adquisición de agua es menor que o igual al valor de 60.00 soles.

KPI4, Costos de adquisición de agua - postprueba.

Figura 57

Costos de adquisición de agua - postprueba



- Los datos mostrados en la figura 57 muestran un comportamiento normal debido a que el valor de p es menor a 0.005, pero son valores muy cercanos lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- El Costo de adquisición de agua según las observaciones individuales con respecto a la postprueba es de 44.960 soles.
- Alrededor del 95% del costo empleado en la adquisición de agua están dentro de dos desviaciones estándar de la media, entre 38.850 y 51.070 soles.
- La curtosis = 2.74456 indica que hay una mayor concentración de los datos entorno a la media.
- El 1er cuartil (Q1) = indica que el 25% del costo en la adquisición de agua es menor que o igual al valor de 35.200 soles.
- El 3er cuartil (Q3) = indica que el 75% del costo en la adquisición de agua es menor que o igual al valor de 44.800 soles.

5.5. Contratación de hipótesis

A continuación, se presentan las medias de los Indicadores para la preprueba y postprueba.

- **Contratación para el Volumen de agua utilizado en el riego(m3): I1**

Se debe validar el impacto que tiene la implementación de una aplicación lot en el volumen de agua utilizado por el proceso de riego, llevado a cabo en la muestra, se realiza una medición antes de la implementación de la aplicación lot (preprueba) y otra después de la implementación de la aplicación lot (postprueba).

La tabla contiene el volumen de agua utilizado en el riego para las dos muestras:

Tabla 15

Volumen de agua utilizado en el riego preprueba

Preprueba									
36	24	36	36	36	36	36	36	36	48
60	24	24	36	36	36	36	60	36	36
48	36	36	36	36	36	60	36	36	36

Tabla 16

Volumen de agua utilizado en el riego postprueba

Postprueba									
25	18	26	28	26	28	28	26	26	38
52	16	15	22	26	25	24	58	22	26
42	26	26	22	22	22	52	27	24	25

Hi: El uso del sistema lot disminuye el volumen de agua utilizado en el riego. (postprueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (preprueba).

Solución:

- Método:

η_1 = Mediana del volumen de agua utilizado en el riego en la preprueba.

η_2 = Mediana del volumen de agua utilizado en el riego en la postprueba.

Diferencia $\eta_1 - \eta_2$

- Estadísticas Descriptivas:

Muestra	N	Mediana
KPI Preprueba	30	36
KPI Postprueba	30	26

- Estimación de la Diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
10	(10; 12)	95.16%

-Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1186.00	0.000
Ajustado para empates	1186.00	0.000

Decisión estadística:

Puesto que el valor-p = 0.000 < $\alpha = 0.05$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), y la hipótesis alterna (H_a) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

- **Contratación para el Tiempo en el abastecimiento de agua: I2**

Se debe validar el impacto que tiene la implementación de una aplicación lot en el tiempo de abastecimiento de agua para el proceso de riego, llevado a cabo en la muestra, se realiza una medición antes de la implementación de la Aplicación lot (preprueba) y otra después de la implementación de la aplicación lot (postprueba).

La tabla contiene el volumen de agua utilizado en el riego para las dos muestras:

Tabla 17*Tiempo en el abastecimiento de agua preprueba*

Preprueba									
240	180	240	210	240	210	210	240	210	300
300	180	180	240	210	240	210	300	210	210
300	210	210	240	210	210	300	210	210	240

Tabla 18*Tiempo en el abastecimiento de agua postprueba*

Postprueba							
25	24	30	24	23	25	20	20
24	30	24	26	24	23	23	21
22	28	30	25	22	30	24	25

Hi: El uso del sistema lot disminuye el tiempo en el abastecimiento de agua.

(postprueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (preprueba).

Solución:**- Método:**

η_1 = Mediana del tiempo en el abastecimiento de agua en la preprueba.

η_2 = Mediana del tiempo en el abastecimiento de agua en la postprueba.

Diferencia $\eta_1 - \eta_2$

- Estadísticas Descriptivas:

Muestra	N	Mediana
KPI Preprueba	30	210
KPI Postprueba	30	24

- Estimación de la Diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
190	(186; 215)	95.16%

-Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1365.00	0.000
Ajustado para empates	1365.00	0.000

Decisión estadística:

Puesto que el valor-p = 0.000 < $\alpha = 0.05$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), y la hipótesis alterna (H_a) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

- **Contratación para Costo del Proceso de Riego: I3**

Se debe validar el impacto que tiene la implementación de una aplicación lot en el costo del proceso de riego, llevado a cabo en la muestra, se realiza una medición antes de la implementación de la aplicación lot (preprueba) y otra después de la implementación de la aplicación lot (postprueba).

La tabla contiene los costos del proceso de riego para las dos muestras:

Tabla 19

Costos del proceso de riego preprueba

Preprueba									
140	130	150	150	140	140	140	150	140	240
280	120	130	140	140	150	140	280	150	150
240	150	140	140	150	150	280	140	150	150

Tabla 20*Costos del proceso de riego postprueba*

Postprueba									
40	118,8	41,6	44,8	41,6	44,8	44,8	41,6	41,6	60,8
83,2	25,6	24	35,2	41,6	40	38,4	92,8	35,2	41,6
67,2	41,6	41,6	35,2	35,2	35,2	83,2	43,2	38,4	40

Hi: El uso del sistema lot disminuye los costos del proceso de riego. (postprueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (preprueba).

Solución:**- Método:**

η_1 = Mediana de los costos del proceso de en la preprueba.

η_2 = Mediana de los costos del proceso de en la postprueba.

Diferencia $\eta_1 - \eta_2$

- Estadísticas Descriptivas:

Muestra	N	Mediana
KPI Preprueba	30	150
KPI Postprueba	30	41.6

- Estimación de la Diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
104.8	(98.4; 108.4)	95.16%

-Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1365.00	0.000
Ajustado para empates	1365.00	0.000

Decisión estadística:

Puesto que el valor- $p = 0.000 < \alpha = 0.05$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), y la hipótesis alterna (H_a) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

- **Contratación para los Costos de Adquisición de Agua: I4**

Se debe validar el impacto que tiene la implementación de una aplicación lot en los costos de adquisición de agua en el proceso de riego, llevado a cabo en la muestra, se realiza una medición antes de la implementación de la aplicación lot (preprueba) y otra después de la implementación de la aplicación lot (postprueba).

La tabla contiene los costos de adquisición de agua para las dos muestras:

Tabla 21

Costos de adquisición de agua preprueba

Preprueba									
60	40	60	60	60	60	60	60	60	80
100	40	40	60	60	60	60	100	60	60
80	60	60	60	60	60	100	60	60	60

Tabla 22*Costos de adquisición de agua postprueba*

Postprueba									
40	28,8	41,6	44,8	41,6	44,8	44,8	41,6	41,6	60,8
83,2	25,6	24	35,2	41,6	40	38,4	92,8	35,2	41,6
67,2	41,6	41,6	35,2	35,2	35,2	83,2	43,2	38,4	40

Hi: El uso del sistema lot disminuye los costos de adquisición de agua. (postprueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (preprueba).

Solución:**- Método:**

η_1 = Mediana de los costos de adquisición de agua en la preprueba.

η_2 = Mediana de los costos de adquisición de agua postprueba.

Diferencia $\eta_1 - \eta_2$

- Estadísticas Descriptivas:

Muestra	N	Mediana
KPI Preprueba	30	60.0
KPI Postprueba	30	41.6

- Estimación de la Diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
18.4	(18.4; 21.6)	95.16%

- Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1193.50	0.000
Ajustado para empates	1193.50	0.000

Decisión estadística:

Puesto que el valor- $p = 0.000 < \alpha = 0.05$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), y la hipótesis alterna (H_a) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

CAPÍTULO VI
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

6.1. Discusión

A partir de los resultados encontrados, se acepta la hipótesis alternativa general que establece que existe relación de dependencia entre el sistema de internet de las cosas con el proceso de riego en la comunidad de Matará.

Estos resultados van de la mano con las discusiones entre los diferentes autores que coinciden con la investigación, quienes indican que el uso de lot ayuda a mejorar el proceso de riego, por lo tanto, ayuda a optimizar tiempo y costos.

Finalmente se considera que el uso de lot es la mejora que necesita la comunidad de Matará, ya que logra contar con los requisitos necesarios para ser implementada.

6.2. Conclusiones

- a) Se determinó que la implementación del sistema lot dio como resultado la reducción en un 26.05 % del volumen utilizado en el riego de la comunidad de Matará, tomando como referencia los datos de preprueba 38 m³ y postprueba 28.1 m³ del volumen.
- b) Se concluyó, que el desarrollo del Sistema lot, disminuyó el tiempo empleado en el abastecimiento de agua de 230 minutos a 24.3 minutos mostrando un 89.43 % de disminución cuando los usuarios solicitan agua a uno de los reservorios.
- c) Se determinó que el sistema lot aporta considerablemente a reducir costos en el proceso de riego, reduciendo de 163.00 soles a 47.96 soles que representa un 70.57 % de los costos.

- d) Se determinó que el sistema lot aporta considerablemente a reducir costos en la adquisición de agua, reduciendo de 63.33 soles a 44.96 soles que representa un 29.00 % de los costos.
- e) Este proyecto tiene un gran impacto en la forma de administrar el agua en la comunidad de agua, permitió a los comuneros poder interactuar con nuevas tecnologías y observar sus beneficios, adquiriendo gran interés en el uso de sus tareas diarias.

6.3. Recomendaciones

- a) Se aconseja agregar nuevos dispositivos inteligentes para un mayor control del proceso de adquisición de agua y facilidad de uso de los administradores.
- b) Se sugiere contar con operadoras móviles que tengan una mayor cobertura para lograr el funcionamiento óptimo del sistema lot evitando errores en el envío de datos.
- c) Se aconseja la utilización de redes de bajo consumo como SigFox o Lora WAN que ayudara a disminuir el consumo de energía de los sensores encargados de enviar los datos al sistema lot.
- d) Se recomienda integrarlo con sistema de geolocalización para un mejor control y administración de los reservorios.
- e) Se recomienda poder expandir el área de implementación del proyecto a reservorios y represas con las que cuenta la comunidad de Matará.

REFERENCIAS

- Aleotti, J., Amoretti, M., Nicoli, A., & Caselli, S. (2018). A Smart Precision-Agriculture Platform for Linear Irrigation Systems. *2018 26th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, 1-6. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8555841/authors#authors>
- Aux, J., & Benavides, L. (2015). *Control automatizado de un sistema de riego y fertirriego*. <https://fddocuments.es/document/control-automatizado-de-un-sistema-de-control-automatizado-de-un-sistema-de.html>
- Capurro, M., Riccetto, S., & Roel, Á. (2017). Estrategias para minimizar el consumo de agua del cultivo de arroz en Uruguay manteniendo su productividad. *Agrociencia Uruguay*, 21(1), 109–119. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482017000100109&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Castel, J., Intrigliolo, D., & Vélez, J. (2011). Irrigation scheduling in citrus based on soil and plant water status measuring sensors. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 65–73. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/776>
- Castillo, A., & Ordinola, L. (2016). *Diseño de un sistema de riego automatizado, controlado y monitoreado remotamente a través de internet para el cultivo de plátano guineo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la UNP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/799>
- Cisco. (2019). *6 reasons for Cisco Wi-Fi 6*. https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wifi.html

- Crisanto, H., & Pacheco, W. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para el caserío Pueblo Libre – Canchaque* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la UNP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/802>
- Cortes, A. (2021). *Proyecto 27 – sensor de humedad de suelo*. <https://acortes.co/proyecto-27-sensor-de-humedad-de-suelo/>
- Darwin, A., & La Torre, I. (2016). *Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5970>
- Dave, E. (2011). *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/loT_IBSG_0411FINAL.pdf
- Escalas, G. (2015). *Diseño y desarrollo de un prototipo de riego automático controlado con Raspberry Pi y Arduino*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/25074>
- Ferdoñana. (2018). *La importancia de la uniformidad de riego*. <http://www.ferdonana.es/es/la-importancia-la-uniformidad-riego/>
- Fernández, O. (2015). *HCSR04*. <http://codigoelectronica.com/blog/hcsr04>
- Ferreira, J. A. (s.f.). *El riego en las plantas*. *Blogspot.com*. <http://aguaderiego.blogspot.com/2016/10/riego-en-las-plantas.html>

Fondo Mundial para la Naturaleza España (2009). *Proyecto de autogestión del agua en la agricultura.*

http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_de_riego.pdf

Fundación País Digital. (s.f.). *Como emprender en Internet de las Cosas.*

<http://dg6223fhe15c2.cloudfront.net/PD/wp-content/uploads/2018/02/Como-emprender-en-Internet-de-las-Cosas.pdf>

Garda, F. (2017). *Archivo: Arduino logo.*

https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:ArduinoLogo_%C2%AE.svg

González, J. (2017, 20 de mayo). *lot: La tecnología que promete cambiar al mundo*

conectándolo todo a Internet. RT. <https://actualidad.rt.com/actualidad/238956-internet-cosas-conectar-todo-dispositivos-red-lot>

Gutiérrez, P. (2017, 14 de julio). *Perú tiene 6.4 millones de hectáreas con potencial*

para riego pero ¿cuántas usan algún sistema? Gestión. <https://gestion.pe/economia/peru-6-4-millones-hectareas-potencial-riego-sistema-139390>

Internet Society, G. de T. en I. de I. (2016). *Informe del IETF 96, julio de 2016, Berlín, Alemania.*

<https://www.ietfjournal.org/wp-content/uploads/2016/11/pub-IETFJv12.2-20161027-SPANISH.pdf>

Kremer, C., Reyes, L., Fichet, T., García, V., & Haberland, J. (2018). *Physiological*

and production responses of olive (Olea europaea L.) cv. Frantoio under regulated deficit irrigation on a semiarid mediterranean weather condition

(Cholqui, Maipo Valley, Chile). Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias, 50(1), 73–83.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.0016-8025.2001.00822.x>

- Lagos, L., Lama, W., Hirzel, J., Souto, C., & Lillo, M. (2017). Regulated deficit irrigation evaluation on kiwi (*Actinidia deliciosa*) production. *Agrociencia*, 51(4), 359-372.
<https://academic.oup.com/aob/article/77/6/605/2389825>
- Lampadia. (2019). *Los avances del internet de las cosas*. Lampadia.
<https://www.lampadia.com/analisis/tecnologia/los-avances-del-internet-de-las-cosas>
- Lara, P. (s/f). *¿Cómo funciona el IoT? ¿Qué lo hace posible?*. Telcel.com.
<https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/como-funciona-iot>
- Lazo, R., & Campos, R. (2014). *Sistema remoto de control y monitoreo de la humedad del suelo para reducir el consumo de agua del maíz con riesgo por goteo en el valle de Pampas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional de Universidad Nacional de Huancavelica.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/780>
- López, D. (2016). *Internet de las Cosas: del Concepto a la Realidad*. Vitoriagasteiz
<https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/80/62/68062.pdf>
- Lugo, O., Quevedo, A., Bauer, J. R., Valle Paniagua, D., Palacios, E., & Águila, M. (2011). Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5), 659–672.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342011000500003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Martín, J. (2019). *Nuevas tecnologías IoT – internet de las cosas y LPWAN*.
<https://mundoit-jjmgaua.blogspot.com/2019/05/>

- Martínez, E. (2017, 15 de marzo). *IoT, la Inteligencia de las Cosas*. MuyComputerPRO. <https://opensys-mexico.blogspot.com/2015/01/internet-de-las-cosas-lot-que-es.html>
- Martínez, R. (2016). Efecto del riego deficitario controlado en la productividad del banano. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2), 51-55. <https://www.aguayriego.com/efecto-del-riego-deficitario-controlado-en-la-productividad-del-banano/>
- Medrano, A., Brett, A. A., Soto, C., Díaz, D., Moreno, G., & Colina, H. (s.f.). *Metodología de Desarrollo en Hardware Libre*. Gob.ve. <http://altec2015.nitec.co/altec/papers/841.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2006). *MINAG*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2015). *Manual del Cálculo de eficiencia para Sistemas de Riego*. Midagri. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- Molina, M., Vélez, J., & Rodríguez, P. (2015). Effect of regulated deficit irrigation on tree growth of pear cv. Triunfo de viena. *Agronomía Colombiana*, 33(3), 330–338. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n3.50756>
- Novelli, L., Luisa, J., Melo, P., & Koscianski, A. (2018). *Application Protocols and Wireless Communication for Iot: A Simulation Case Study Proposal*. Presented at the 2018 11th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing, CSNDSP 2018. <https://doi.org/10.1109/CSNDSP.2018.8471765>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007).

Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego. FAO.

<http://www.fao.org/3/a-at787s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *EL*

ESTADO DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS DEL MUNDO PARA

LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Organización de las Naciones

Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Mundi-Prensa.

<https://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017).

Escasez de agua: Uno de los grandes retos de nuestro tiempo. FAO.

<http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/880888/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021).

Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura.

FAO. <https://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

(2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los*

Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión

del agua. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>

Orizont (2017). *El problema del agua en la agricultura.* Orizont.

<https://www.orizont.es/el-problema-del-agua-en-la-agricultura/>

Paessler. (s.f). *IT Explained:LPWA.* <https://www.paessler.com/es/it-explained/lpwa>

PINOUT. (s.f). *Modulo node mcu esp8266.*

<https://lawebdeingenieria.jimdofree.com/arduino/modulo-esp8266mod/>

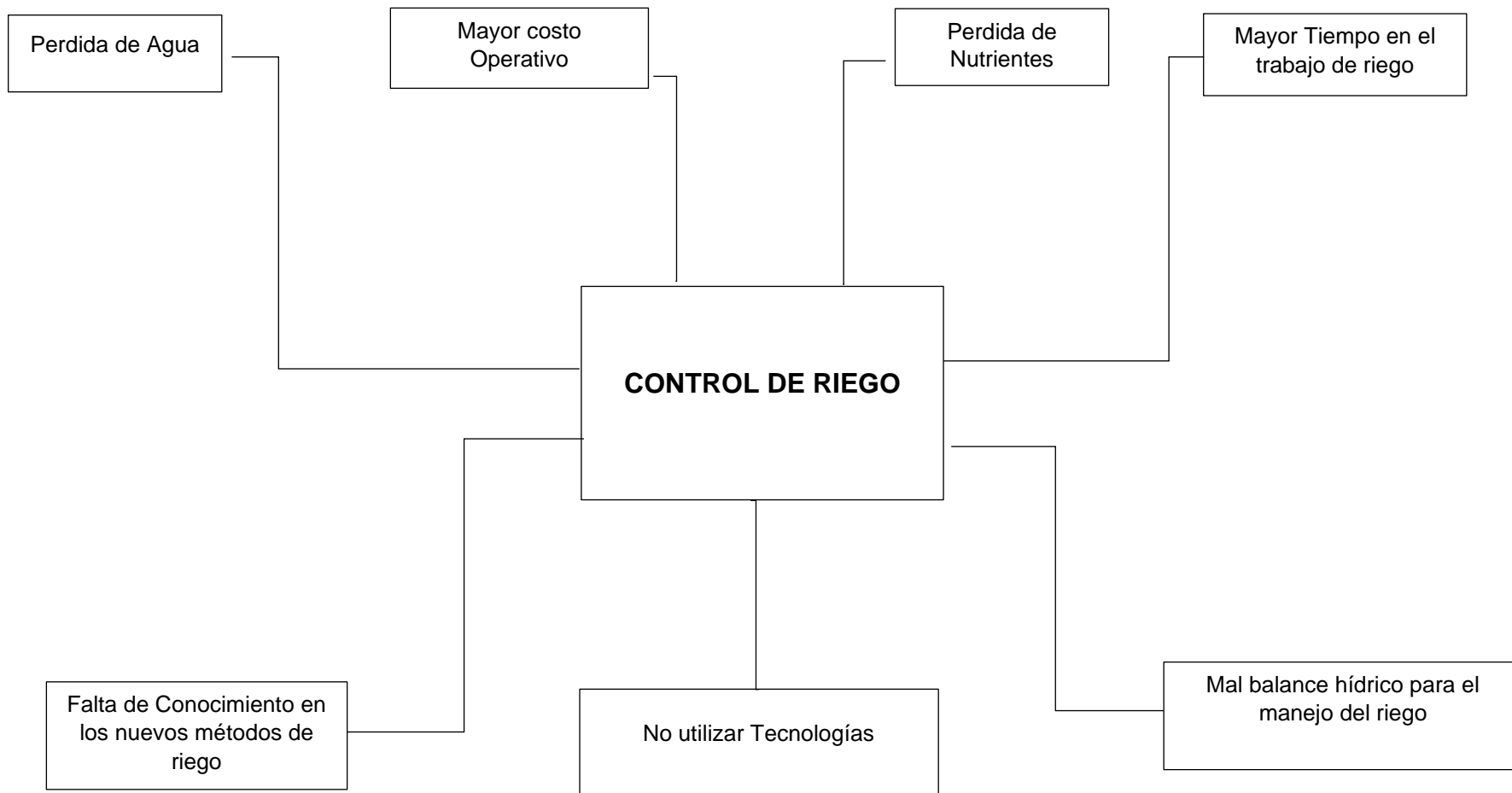
- Ponce, D., & Laverde, A. (2016). *Sistema automatizado de riego por aspersión para el jardín ubicado en la parte lateral del bloque de aulas #2 de Uniandes Quevedo*. DSpace. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/4642>
- Ramos, M., & Báez, D. (2013). *Diseño y Construcción de un Sistema de Riego por Aspersión en una Parcela Demostrativa en el Cantón Cevallos*. DSpace. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2677>
- Researchgate. (s.f.). *LoRa for the Internet of Things*. https://www.researchgate.net/publication/297731094_LoRa_for_the_Internet_of_Things
- Riofrío, M. M. (2017, 7 de noviembre). *Objetos inteligentes: 2018 será su año de despegue en Perú. El Comercio Perú*. <https://elcomercio.pe/economia/peru/objetos-inteligentes-2018-sera-ano-despegue-peru-noticia-471962>
- Salazar, R., Rojano, A., & López, I. (2014). *La eficiencia en el uso del agua en la Agricultura controlada*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000200012
- Salcedo, A. (2015). *Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/123456789/6072>

- Sarabia, I., Cisneros, R., Aceves De Alba, J., Durán, H., Castro, J. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(2), 103–113. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-49992011000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- SigFox. (2018). *The Global Communications Service Provider for the Internet of Things (IoT)*. <https://sigfox.com.py/que-es-sigfox/>
- Sosa, C., Tello, E., & Lara, D. (2016). *Enfoque para Generar Aplicaciones Orientadas a Servicios para IoT mediante el Desarrollo Dirigido por Modelos*. Ceur-ws.org. http://ceur-ws.org/Vol-1807/01_ISW-LOD2016_1_10.pdf
- Tajwar, M., Abdur, K., Khan, Z., Emran, A. & Rahman, M. (2019). Design and Implementation of an IoT based Automated Agricultural Monitoring and Control System. *2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST) 2019*, 13-16. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8644212&isnumber=8644044>
- The New Now. (2018, September 25). *Retos y oportunidades de IoT en la Industria 4.0* <https://www.thenewnow.es/negocio/retos-opportunidades-iot-industria-4-0/>
- Ubidots. (2018). *The things conference*. <https://www.thethingsnetwork.org/conference/partners/ubidots/>
- Zelada, O. (2017). *Instalación de un sistema de riego por microaspersión para banano orgánico Fundo El Monte, Distrito Tamarindo-Paita-Piura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3375>

Zúñiga, J. (2009). *El Programa Subsectorial de Irrigaciones y la tecnificación del riego en el Perú.* http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblloteca_exposiciones_2009_PRESENTACION-ING.-ZUNIGA.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Árbol de Problema



ANEXO 2: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOSTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE
¿En qué medida el Sistema lot mejorará el proceso de riego de la Comunidad de Matará?	Determinar en qué medida el Sistema lot mejorará el proceso de riego de la Comunidad de Matará.		Sistema lot
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS		VARIABLE DEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida el Sistema lot disminuirá la Volumen de agua utilizado en el riego de la Comunidad de Matará? • ¿En qué medida el Sistema lot disminuirá el tiempo de abastecimiento de agua al comunero de la Comunidad de Matará? • ¿En qué medida el Sistema lot disminuirá costos en el proceso de riego en la Comunidad de Matará, 2019? • ¿En qué medida el Sistema lot disminuirá costos en la adquisición de agua para el riego en la Comunidad de Matará? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar en qué medida el Sistema lot disminuirá la Volumen de agua utilizado en el riego de la Comunidad de Matará, 2019. • Determinar en qué medida el Sistema lot disminuirá el tiempo de abastecimiento de agua al comunero de la Comunidad de Matará, 2019. • Determinar en qué medida el Sistema lot disminuirá costos en el proceso de riego en la Comunidad de Matará, 2019. • Determinar en qué medida el Sistema lot disminuirá costos en la adquisición de agua para el riego en la Comunidad de Matará, 2019. 	El uso del Sistema lot mejorará el proceso de riego de la Comunidad de Matará.	Proceso de Riego

ANEXO 3: Zotero

Home My Library Groups People Documentation Forums Get Involved

Search Title, Creator, Year

Home > People > JosueGutierrez > Library

Library

Trash

Tags

Filter Tags

More Refresh

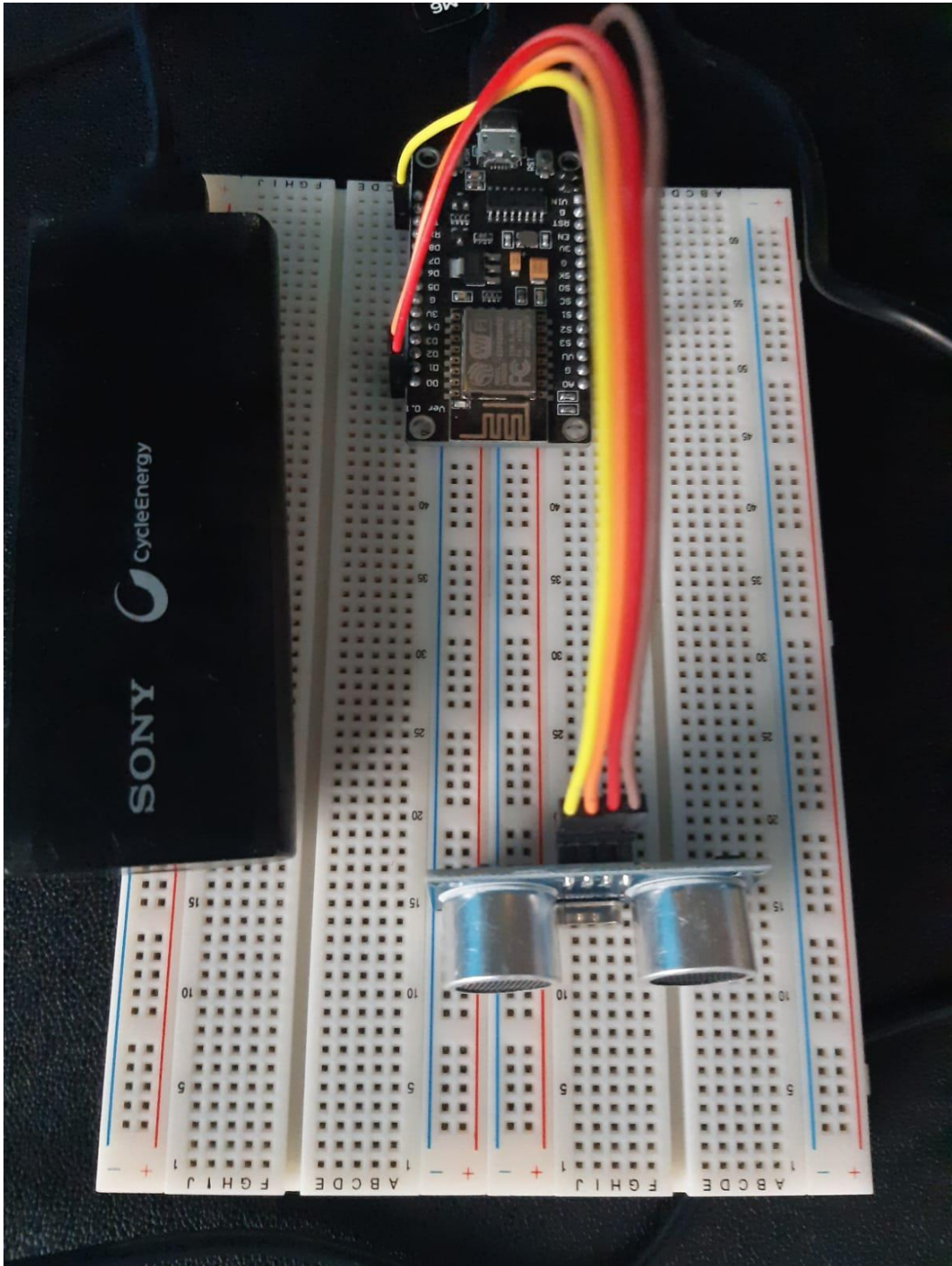
Subscribe to this feed

Title	Creator	Date Modified
¿Cómo reducir el consumo de agua con Agricultura de Precisió...		10/1/2018 6:56 PM
¿Hacemos un uso eficiente del agua en agricultura?		10/1/2018 7:44 PM
¿Por qué el agua representa el futuro de la agricultura sost...		10/1/2018 8:55 PM
Agraria.pe 80% del agua en Perú se destina a la agricultur...		10/1/2018 7:44 PM
Agrodrone coadyuva a la agricultura de precisión		10/1/2018 6:54 PM
Agua Tierras y Aguas Organización de las Naciones Unidas...		10/1/2018 6:48 PM
Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para ...	Torres and Diógenes	10/3/2018 2:16 AM
El Nuevo Diario	Diario	10/1/2018 7:05 PM
El problema del agua en la agricultura		10/1/2018 7:39 PM
Falta de agua pondría en jaque la agricultura el próximo año	LR	10/1/2018 7:41 PM
Grupo Opetivo con uso de drones par investigar la agricultur...	Revista	10/1/2018 6:57 PM
Inicia sesión: Cuentas de Google		10/1/2018 9:59 PM
La agricultura consume entre el 60 y el 70% del agua dulce		10/1/2018 7:44 PM
La agricultura de precisión y las nuevas tecnologías centrar...	Revista	10/1/2018 6:56 PM

ANEXO 4: Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento	Formula
VI: SISTEMA IOT	El Iot es simplemente el momento en el que hay más cosas u objetos que personas conectadas a Internet.	Es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red.		Presencia	
				-	Ausencia
VD: PROCESO DE RIEGO	El riego consiste en aportar agua en los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación y falta de control de agua.	Es un proceso importante en la agricultura que permite generar una mejor producción de los cultivos.	Volumen de agua utilizado en el riego.	Hoja de Calculo	Volumen de agua
			Tiempo de abastecimiento de agua.	Hoja de Calculo	Tiempo promedio de la actividad
			Costo en el proceso de riego.	Hoja de Calculo	Costo promedio de la actividad
			Costo de adquisición de agua.	Hoja de Calculo	Costo promedio

ANEXO 5: Sensores



ANEXO 6: Resultado Turnitin

GUTIERREZ_NARVAEZ_190922

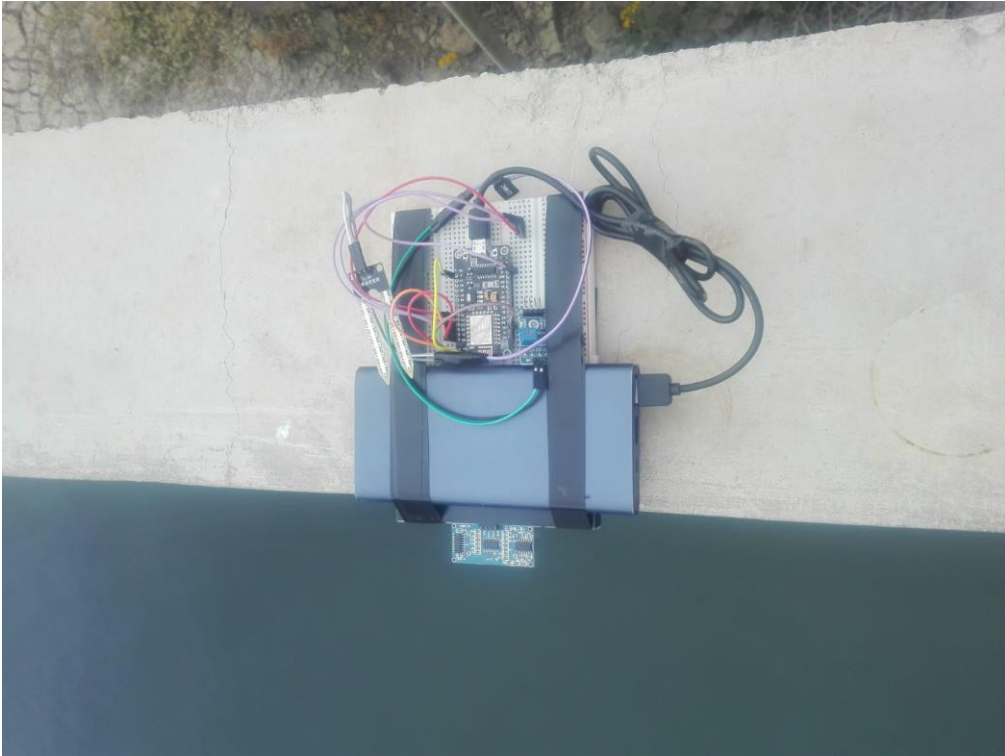
INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	actualidad.rt.com Fuente de Internet	1%

ANEXO 7: Sensor Ultrasónico



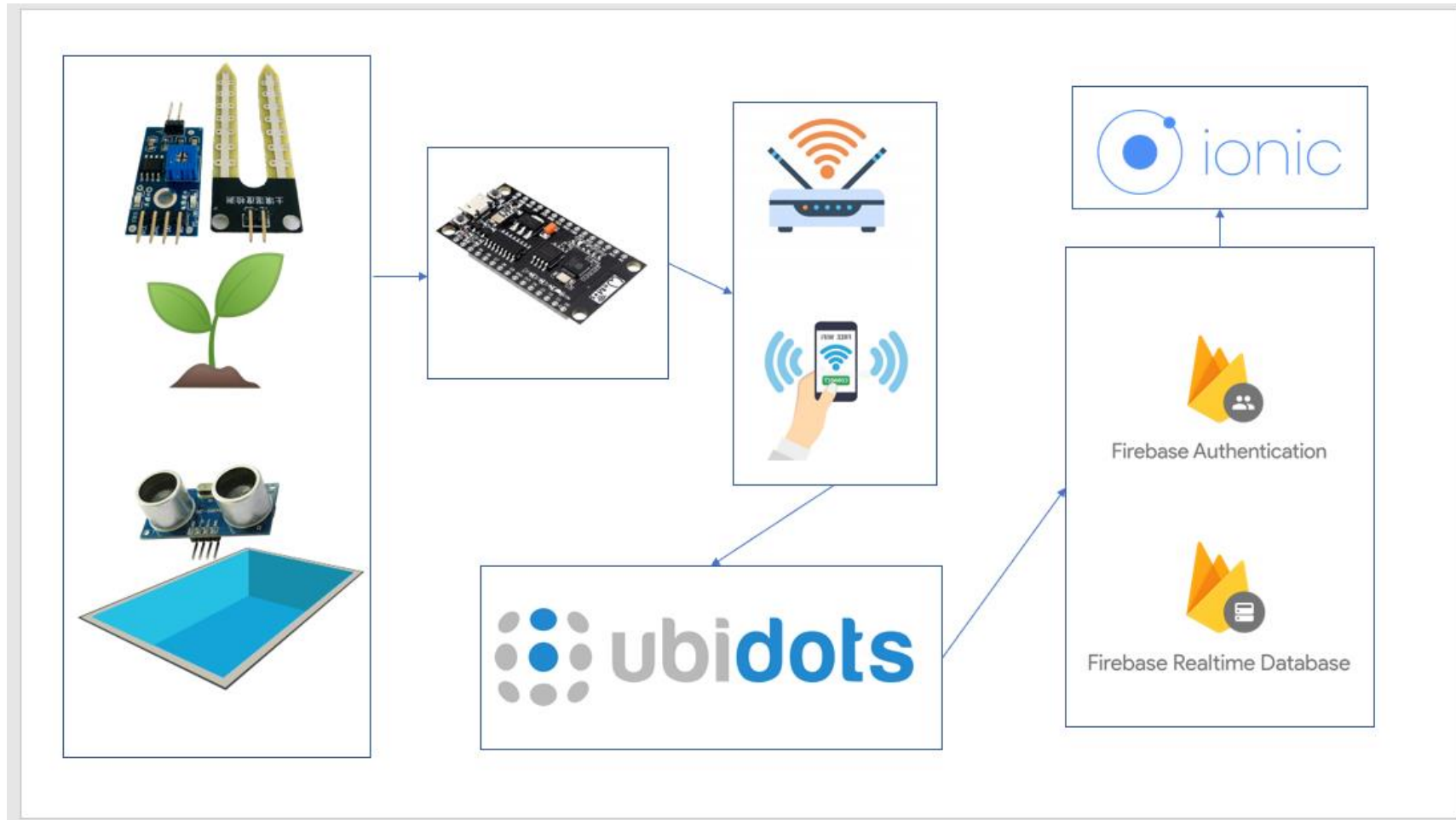
ANEXO 8: Sensor de Humedad



ANEXO 9: Área de Cultivo



ANEXO 10: Arquitectura SOA



ANEXO 11: Juicio de Expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE RIEGO EN LA COMUNIDAD DE MATARÁ
Nombre del instrumento	Ficha de Observación
Autor de	WILLIAMS JOSUE GUTIERREZ PEREZ, JORGE NARVAEZ MELLADO

N°	DIMENSIONES / ítems		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:		Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo	Tiempo de abastecimiento de agua (Minutos)	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2:		Si	No	Si	No	Si	No	
	Volumen	Volumen de agua utilizado en el riego	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3:		Si	No	Si	No	Si	No	
	Costo	Costo en el proceso de riego	✓		✓		✓		
		Costo de adquisición de agua	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): *Cumple con las dimensiones del Votario*

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Herrera Salazar José Luis

Especialidad del validador Ing. Sistemas

30 de noviembre del 2012

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 41922075

Firma del Experto

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE RIEGO EN LA COMUNIDAD DE MATARÁ
Nombre del instrumento	Ficha de Observación
Autor de	WILLIAMS JOSUE GUTIERREZ PEREZ, JORGE NARVAEZ MELLADO

Nº	DIMENSIONES / ítems		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:								
	Tiempo	Tiempo de abastecimiento de agua (Minutos)	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2:								
	Volumen	Volumen de agua utilizado en el riego	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3:								
	Costo	Costo en el proceso de riego	✓		✓		✓		
		Costo de adquisición de agua	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Cumple con las demandas del usuario

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: **Díaz Echenique Ángel** **DNI: 09390037**

Especialidad del validador Ing. Sistemas

30 de noviembre del 202

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto

ANEXO 12: Carta de Aceptación



COMITÉ DE USUARIOS
DE LA COMUNIDAD DE MATARÁ

Fundado el 28/04/1954 por Asamblea General Comunal de Matará
Reconocido con Resolución Administrativa N° 142-2005

Señores:

Universidad Autónoma del Perú

Presente. -

Es grato dirigirme a ustedes en representación del Comité de usuarios de Matará para hacer de su conocimiento que los señores WILLIAMS JOSUE GUTIERREZ PÉREZ identificado con DNI N° 73142615 y JORGE NARVÁEZ MELLADO identificado con DNI N° 74169092, estudiantes de la carrera profesional de ingeniería de sistemas de vuestra institución universitaria Autónoma del Perú, realizaran su proyecto de tesis en la Comunidad de Matará.

Sin otro particular, quedo de usted

Atentamente.

Gerardo Alberto Bramón Gutiérrez
DNI N° 42047504
Presidente de Comité de Usuarios de Matará