



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Diseño de un sistema de monitoreo IoT para mejorar la productividad del agricultor
en el Poblado de Cuchuchin-Sayan, 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autor

Aldahir Wiston Ramirez Escobar

Asesor

Ing. Carlos Enrique Bernal Valladares

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Aldahir Wiston Ramirez Escobar	74229243	27/11/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Carlos Enrique Bernal Valladares	15614554	0000-0002-7421-9537
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS Y	DNI	CÓDIGO ORCID
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	0000-0002-2387-2296
Ernesto Diaz Ronceros	46943961	0000-0002-2841-7014
Ulises Robert Martínez Chafalote	15616588	0000-0002-9523-308X

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO IOT PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AGRICULTOR EN EL POBLADO DE CUCHUCHIN-SAYAN, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

Diseño de un sistema de monitoreo IoT para mejorar la productividad del agricultor en el poblado de Cuchuchin-Sayan, 2023

Autor

Aldahir Wiston Ramirez Escobar

Tesis

Asesor

Ing. Carlos Enrique Bernal Valladares

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad De Ingeniería Industrial, Sistemas E Informática
Escuela Profesional De Ingeniería Electrónica
2023**

DEDICATORIA

A mis padres y mi familia, por su amor y apoyo inquebrantables,
y a mi asesor, por su guía invaluable en este camino académico.

Aldahir Wiston Ramirez Escobar

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi consejero de tesis, cuya dedicación y paciencia incansables han sido piedra angular en la culminación de este trabajo. Sus valiosos conocimientos y orientación experta han sido no solo una guía, sino el pilar fundamental que ha permitido alcanzar este logro. Cada conversación, cada corrección y cada consejo proporcionados por él han resultado invaluable para mi desarrollo académico.

A mi familia y amigos, les extiendo mi profundo agradecimiento por su apoyo incondicional. En los momentos de desafío, su ánimo y paciencia fueron bálsamos que me impulsaron a superar obstáculos y a mantenerme enfocado en mi objetivo. Su respaldo ha sido un componente esencial en este camino académico.

Quiero expresar un agradecimiento especial a mi novia Molly Loza, quien ha sido mi constante compañera en este viaje académico. Tu amor y apoyo no solo han sido mi refugio en los momentos difíciles, sino también mi fuente de alegría en los triunfos. Gracias por estar a mi lado en los buenos y malos momentos; este logro, sin duda, lleva también tu huella indeleble.

Finalmente, deseo manifestar mi profunda gratitud a mi universidad y a todos los profesores que, a lo largo de los años, han contribuido a mi formación académica. Esta tesis no solo refleja mi esfuerzo individual, sino también la calidad excepcional de la educación que he recibido en esta institución.

Este logro marca el cierre de un capítulo significativo en mi vida académica, pero también el inicio de nuevos desafíos y oportunidades. A todos los que han sido parte de este viaje conmigo, les agradezco sinceramente por su contribución y apoyo.

Con gratitud y aprecio,

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Descripción de la realidad problemática	18
1.2. Formulación del problema	21
12.1. Problema general.....	21
12.2. Problemas específicos	21
1.3. Objetivos de la investigación	22
13.1. Objetivo general	22
13.2. Objetivos específicos.....	22
1.4. Justificación.....	22
1.5. Delimitación.....	23
1.6. Viabilidad.....	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO.....	26
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	26

2.1.2.	Antecedentes Nacionales	31
2.2	Bases Teóricas:.....	38
2.2.1	Internet de las cosas (IoT)	38
2.2.2	Aplicaciones IoT	39
2.2.3	Sensores.....	46
2.2.4	Sistema embebido	47
2.2.5	Software	49
2.2.6	Servidor web	49
2.2.7	Tecnologías de redes de telecomunicaciones	50
2.2.8	Protocolo de red	51
2.3.	Hipótesis e investigación	53
2.3.1.	Hipótesis general	53
2.3.2.	Hipótesis específicas.....	54
2.4.	Operacionalización de las variables	54
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		56
3.1	Diseño metodológico.....	57
3.1.1	Tipo de investigación	57
3.1.2	Nivel de Investigación.....	57
3.1.3	Diseño.....	58
3.1.4	Enfoque	58
3.2	Población y muestra	58
3.2.1	Población	58
3.2.2	Muestra.....	59

3.3	Técnica para la recolección de datos.....	59
3.4	Matriz de consistencia	60
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		62
4.1	Análisis de resultados.....	63
4.2	Contrastación de hipótesis.....	68
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		72
5.1	Discusión de los resultados	73
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		74
6.1	Conclusiones	75
6.2	Recomendaciones.....	76
REFERENCIAS.....		77
7.1	Referencias bibliográficas	78
7.2	Referencias electrónicas	80
ANEXOS		84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. IOT (INTERNET DE LAS COSAS).....	36
FIGURA 2. SENSOR DE HUMEDAD.....	44
FIGURA 3. CONTROL DE LUCES EN UNA CASA USANDO ZIGBEE.....	49
FIGURA 4. DISEÑO ELECTRÓNICO PARA EL MONITOREO IOT.....	60
FIGURA 5. PROGRAMACIÓN DEL ESP8266.....	61
FIGURA 6. INTERFAZ DE DESARROLLO UBIDOTS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. APLICACIONES DE CIUDADES INTELIGENTES.....	37
TABLA 2. APLICACIONES PARA EL HOGAR Y EDIFICIOS INTELIGENTES	39
TABLA 3. APLICACIONES DE MEDIO AMBIENTE INTELIGENTE	41
TABLA 4. PROPUESTO DE PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA DE MONITOREO IOT.....	64
TABLA 5. CORRELACIÓN HIPÓTESIS GENERAL.....	65
TABLA 6. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	66
TABLA 7. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	67
TABLA 8. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	68

RESUMEN

Título de la investigación: “Diseño de un sistema de monitoreo IoT para mejorar la productividad del agricultor en el poblado de Cuchuchin-Sayan, 2023”. **Objetivo:** Conocer el sistema de monitoreo IoT y su relación con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023. **Metodología:** El tipo de investigación fue descriptiva, de nivel correlacional y enfoque cuantitativo. **Hipótesis:** sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023. **Población:** La población estuvo constituida por 20 comuneros en el poblado de Cuchuchin. **Instrumento:** Encuesta para medir la relación entre la variable independiente y variable independiente. **Resultados:** Se diseñó el esquemático del sistema electrónico, se realizó la programación y la interfaz de Ubidots. Mediante el software SPSS se obtuvo que la correlación de Spearman entre las variables devuelve un valor de 0.887, representando una asociación alta. **Conclusión:** Finalmente, se concluye que existe una relación significativamente positiva entre el sistema de monitoreo IoT y la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023. Obteniendo un coeficiente de correlación de 0,887 equivalente a una magnitud alta.

Palabras Claves: Sistema de monitoreo, internet de las cosas, productividad de agricultor

ABSTRACT

Research title: "Design of an IoT monitoring system to improve farmer productivity in the village of Cuchuchin-Sayan, 2023". Objective: To know the IoT monitoring system and its relationship with the productivity of the farmer in the town of Cuchuchin - 2023. Methodology: The type of research was descriptive, correlative level and quantitative approach. Hypothesis: IoT monitoring system is significantly related to the productivity of the farmer in the town of Cuchuchin - 2023. Population: The population consisted of 20 community members in the town of Cuchuchin. Instrument: Survey to measure the relationship between the independent variable and the independent variable. Results: The schematic of the electronic system was designed, the programming and interface of Ubidots was performed. Using the SPSS software we obtained that the Spearman correlation between the variables returns a value of 0.887, representing a high association. Conclusion: Finally, it is concluded that there is a significantly positive relationship between the IoT monitoring system and the productivity of the farmer in the town of Cuchuchin - 2023. Obtaining a correlation coefficient of 0.887 equivalent to a high magnitude.

Keywords: Monitoring system, internet of things, farmer productivity

INTRODUCCIÓN

Un sistema de monitoreo IoT (Internet de las cosas) es una solución tecnológica que utiliza dispositivos conectados a la red para recopilar datos en tiempo real de objetos físicos, dispositivos, máquinas o entornos y luego transmitir esta información a través de Internet para su análisis y gestión. IoT se refiere a la interconexión de dispositivos a través de Internet, permitiéndoles comunicarse y compartir datos de manera autónoma y eficiente.

En primer lugar, los sensores y dispositivos IoT son fundamentales en este sistema, ya que recopilan información variada, como temperatura, humedad, ubicación, estado de dispositivos, entre otros. Estos sensores pueden estar incorporados en máquinas, edificios, vehículos, o incluso en la naturaleza, dependiendo de su aplicación.

En segundo lugar, la conectividad es esencial para transmitir los datos recopilados a una plataforma centralizada o a la nube, donde se almacenan y se procesan. Los datos se envían a través de redes de comunicación, como Wi-Fi, redes celulares, LoRa, o Sigfox, dependiendo de la ubicación y los requisitos del sistema.

En tercer lugar, la plataforma de software es clave para la gestión de datos. Esta plataforma permite almacenar, analizar y visualizar los datos recopilados, proporcionando información valiosa para tomar decisiones informadas. Los algoritmos de análisis de datos pueden identificar patrones, tendencias y anomalías.

En cuarto lugar, la seguridad es una preocupación fundamental en los sistemas IoT, ya que se trata de datos sensibles. La protección de la comunicación y de los datos almacenados es esencial para evitar posibles vulnerabilidades y garantizar la privacidad y la integridad de la información.

En quinto lugar, los sistemas de monitoreo IoT tienen una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias, desde agricultura, salud y manufactura, hasta ciudades inteligentes y hogares conectados. Al proporcionar datos en tiempo real, estos sistemas permiten una toma de decisiones más eficiente y una optimización de recursos, lo que conduce a mejoras significativas en la productividad, la eficiencia y la calidad de vida.

El diseño de un sistema de monitoreo IoT para mejorar la productividad del agricultor implica la integración de sensores, conectividad y software especializado en la agricultura. En primer lugar, se seleccionarán sensores específicos, como sensores de humedad del suelo, temperatura, humedad ambiental y cámaras de monitoreo de cultivos, para recopilar datos críticos relacionados con las condiciones agrícolas. Estos datos se transmitirán a través de una plataforma de conectividad IoT, como LoRa o Sigfox, para su procesamiento y análisis en tiempo real. La plataforma de software jugará un papel fundamental al proporcionar al agricultor una interfaz intuitiva para acceder a los datos y recibir recomendaciones basadas en análisis avanzados. Por ejemplo, el sistema podría ofrecer consejos sobre el momento óptimo para el riego o alertas sobre condiciones adversas, como plagas o enfermedades. La capacidad de acceso remoto a estos datos permite que el agricultor tome decisiones informadas, optimice el uso de recursos como el agua y aumente la productividad de su cultivo. Además, la escalabilidad y la seguridad serán consideraciones clave en el diseño, permitiendo que el sistema crezca con las necesidades del agricultor y garantice la protección de los datos y la privacidad. Un sistema de monitoreo IoT bien diseñado tiene el potencial de transformar la agricultura al brindar un mayor control y conocimiento sobre las condiciones de cultivo, lo que conduce a un uso más eficiente de los recursos y, en última instancia, a un aumento en la productividad y la rentabilidad para los agricultores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

El internet de las cosas en las últimas dos décadas se ha convertido en una solución real a las diversas necesidades de la industria agrícola como resultado del continuo desarrollo industrial. En el marco de la industria 4.0, es necesario encontrar la convergencia entre nuevas tecnologías y su aplicación en el campo.

Internet de las cosas utilizado en la agricultura se denomina "agricultura inteligente" porque permite a los agricultores realizar operaciones de manera más eficiente.

Según (Cardenas, Portal, Sosa, & Santana, 2019) como se citó (Cirani & Ferrari, 2019) define que la agricultura moderna:

“Enfrenta grandes desafíos en la construcción de un futuro sostenible, combinado con el crecimiento de la población, la urbanización, la contaminación, los cambios en los hábitos alimentarios, la migración y el cambio climático. La agricultura moderna debe utilizar tecnología y herramientas que provienen del avance de la investigación y la ciencia. Hay una amplia gama de aplicaciones posibles: control de máquinas, seguimiento de ganado, piscicultura, cuidado de bosques, agricultura urbana y más. Todas las tecnologías relacionadas se basan en el concepto de Internet de las cosas y ayudan a los agricultores con sistemas de apoyo a la toma de decisiones” (p. 28)

En el Perú, un país donde la agricultura le brindó el 5.4 del PBI nacional en el año 2019, esta es una industria con gran potencial, pero debido a que los pequeños y

medianos agricultores tienen poco uso de tecnología moderna, no logran obtener todos los beneficios que pueden dar la aplicación de esta tecnología.

“El uso del internet de las cosas permitirá a la agricultura: automatizar procesos, rastrear cultivos, recolectar información sobre las cosechas y generar conocimiento específico de ellos, digitalizará el mundo agrario y permitiría dar un salto en la producción. Es una tecnología sencilla de implementar, no requiere de un gran ancho de banda y en la actualidad hay dispositivos que permiten crear red de sensores que permitirían que la actividad agrícola se potencie enormemente” (Cardenas, Portal, Sosa, & Santana, 2019).

Según algunos estudios, “la clave para aumentar la producción agrícola es el uso de la tecnología IoT, que aumentará la producción mundial de alimentos en un 70%, con un impacto positivo para 2050, cuando la población se estima en alrededor de 9,5 mil millones de personas” (Cardenas, Portal, Sosa, & Santana, 2019).

En la actualidad en el Perú, “la agricultura es una de las principales actividades productivas, el cual ayuda a la reducción de la pobreza rural y crecimiento económico, es por ello por lo que se ha reconocido su gran potencial para generar desarrollo en el país. Es así como en el año 2017”, según (MINAGRI, 2018) el “sector agricultura se consolidó como la segunda actividad económica generadora de divisas en el país” (párr.1).

En el país se ha visto que el IoT no se aplica con mucha frecuencia en la agricultura, esto supone que no hay un aprovechamiento de las tecnologías para mejorar la gestión productiva tanto del agricultor como de su cultivo.

Algunas de las empresas que utilizaron las aplicaciones de IoT en la agricultura fueron Telefónica y la FAO que realizaron el proyecto Algodón Smart Agro 4.0, tiene como objetivo “mejorar el cultivo de algodón de los pequeños agricultores en las regiones de Ica y Lambayeque de Perú mediante el uso eficiente del agua de riego. Telefónica brindó asesoramiento experto y conexiones, e instaló un conjunto de tensiómetros digitales con tres profundidades conectados al campo de cada agricultor. Con base en el análisis de big data, utilizando IoT (Internet de las Cosas) y la sistematización de los equipos de la plataforma digital, el equipo realizó recomendaciones de riego para optimizar los recursos”.

Con respecto a la situación educacional, según (San Pablo informa, 2020) nos indica que:

Un equipo de científicos “del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Católica de San Pablo trabaja para lograr que Arequipa implemente la "agricultura inteligente" o "smart farming" como se le llama en el extranjero. Esto se hace mediante el uso de Internet de las cosas (IoT), que está desarrollando sistemas electrónicos basados en sensores para mejorar la producción agrícola al mejorar la calidad, la eficiencia e incluso contribuir al medio ambiente” (párr. 3).

En nuestra región hay una alta demanda por parte de los agricultores en saber las predicciones climáticas concisas y precisas es por ello por lo que esta tesis plantea un sistema de monitoreo IoT en el cultivo del poblado de Cuchuchin con ello el agricultor u operador pueda interactuar con el sistema de manera remota y recibir las alertas y condiciones especificadas.

Los agricultores necesitan mejorar su productividad reduciendo el tiempo que toman en ir hasta sus cultivos por el motivo de que es una comunidad compartida es por eso que cada agricultor espera su turno a cierta hora para que riegue su cultivo, ese orden se hace por medio de un tipo de sorteo entre todos los comuneros de ese lugar por lo que el agricultor tiene que ir a la hora sorteada asignada ya que solo se le da algunas horas para que realice el proceso de riego en sus cultivos y después de ello se le asigna al siguiente comunero para que realice la misma operación (riego de su cultivo), es por ello que en esta investigación se plantea implementar un sistema de monitoreo IoT que le permitirá controlar el cierre o abertura para el regado del cultivo de los comuneros como también controlar y supervisar algunas variables principales como la temperatura y la humedad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2023?

- ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con el control en el poblado de Cuchuchin – 2023?
- ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2023?

1.3. Objetivos de la investigación

13.1. Objetivo general

- Conocer el sistema de monitoreo IoT y su relación con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023.

13.2. Objetivos específicos

- Diseñar el sistema de monitoreo IoT y su relación con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2023.
- Diseñar el sistema de monitoreo IoT y su relación con el control en el poblado de Cuchuchin – 2023.
- Diseñar el sistema de monitoreo IoT y su relación con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2023.

1.4. Justificación

La justificación del estudio se basa en la necesidad de los agricultores del poblado de Cuchuchin para mejorar el control y el tiempo de sus cultivos aplicando un sistema de monitoreo IoT.

Justificación social:

Esta investigación permitirá un mejor control y planificación para que el agricultor maximice su productividad.

Justificación académica:

Permitirá a los investigadores proponer una solución de un sistema de monitoreo IoT.

Justificación tecnológica:

El estudio permite diseñar e implementar un sistema IoT en tiempo real para el monitoreo y control de sus cultivos.

1.5. Delimitación

Delimitación espacial:

La realización del presente trabajo de investigación busca diseñar, desarrollar e implementar un sistema de monitoreo basado en la tecnología del IoT considerando el área de la agricultura en el lugar de Cuchuchin, ubicado en el distrito de Sayán provincia de Huaura.

Delimitación temporal:

El presente trabajo de investigación se desarrolla en el periodo del año 2022.

Delimitación social:

El presente trabajo de investigación se delimita a implementar un sistema IoT que permita al agricultor u operador controlar y supervisar remotamente su cultivo.

1.6. Viabilidad

La cantidad de información existente en internet hace posible un estudio mucho más detallado, organizado y actualizado para poder realizar el diseño y posteriormente ejecutar la implementación del sistema de IoT. A continuación, detallamos las viabilidades pertinentes para este estudio:

El presente trabajo de investigación es viable porque cuenta con el presupuesto autofinanciado por el investigador; además de contar con conocimiento adquiridos en la etapa de estudiante universitario y de forma autodidacta, de esta forma pude obtener más información para un buen diseño del sistema IoT.

Este estudio tiene viabilidad técnica por la existencia de la tecnología, la amplia información en internet, estudios de investigación los cuales hacen factible dicho diseño del sistema.

Contar con el apoyo, la predisposición de información necesaria y la accesibilidad al lugar por parte de la autoridad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Ortiz Cáceres, 2021) realizó la tesis titulada: “Desarrollo de un prototipo de un sistema de riego automatizado para el procesamiento, monitoreo y análisis de datos utilizando lógica difusa en tiempo real e IoT para optimizar el uso de agua aplicada en el cultivo”, “realizada con el apoyo de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, en la ciudad Cuenca – Ecuador” (p. 1). “El objetivo general fue desarrollar e implementar un prototipo para un sistema de riego automatizado mediante el uso de algoritmos de lógica difusa en tiempo real o IoT para el procesamiento, monitoreo y análisis de datos del agua aplicadas al cultivo” (p. 4). La metodología “hace referencia al diseño metodológico experimental, exploratorio” (p.14). “La población son los riegos totales que se realizan y la muestra un mes de riego. La técnica utilizada fue entrevista al experto, análisis de suelo, análisis de la temperatura y humedad ambiental, observación y el instrumento guía de entrevista, sensores, IoT” (p.18). “Los resultados señalan que, en el mes de diciembre, la lógica difusa determinó un riego total de 624.54 minutos con un consumo de agua de 1061.72 litros equivalente a 1.06 metros cúbicos, considerando que cada planta consume 1 litro de agua al día en periodos de alta deshidratación y están plantadas 24 acelgas hay un exceso de 341.72 litros de agua. En consecuencia, este tipo de lógica difusa genera un riego adicional debido a que no toma en consideración la humedad y temperatura ambiental” (p.69). La conclusión señala que “para

definir la arquitectura de IoT se utilizó MQTT Broker que permite obtener uno de los estándares para aplicaciones de IoT de ámbito comercial. En este proyecto fue imprescindible el uso de esta tecnología por la flexibilidad que tiene a la hora de medir el tiempo de apertura con el dispositivo por su característica de suscriptor y publicador. Además, permite el ahorro de tráfico de datos en la red aliviando la carga para el IoT Server, seguridad avanzada, menor consumo de energía, por lo cual, le hace interesante para dispositivos IoT que funcionan las 24 horas alimentadas con batería. Por último, requiere de ancho de banda mínimo, lo cual, es importante para redes inalámbricas” (p.74).

(Paredes Cruz, 2021) realizó la tesis titulada: “Sistema de monitoreo de humedad de suelo, de largo alcance y georeferenciación usando internet de las cosas (IoT)”, “realizada con el apoyo de la Universidad Técnica del Norte, en Ibarra – Ecuador” (p.01). El objetivo general fue “implementar un sistema de monitoreo de largo alcance y georeferenciación para adquisición de datos de humedad de suelo usando Internet de las Cosas (IoT)” (p. 2). La presente tesis no cuenta con una metodología definida. La investigación no presenta población ni muestra. Los resultados “muestran una transmisión, adquisición y registro de datos adecuados a largo alcance obtenidos por el sensor de humedad de suelo y GPS que se encuentran en el nodo final con valores de RSSI por debajo de -120 dBm y valor de SNR de 7.80 dB, dentro del rango para una correcta transmisión y recibo de datos” (p.81). La conclusión es que “el sistema de monitoreo de humedad de suelo y georeferenciación usando Internet de las Cosas (IoT) se desarrolló empleando tecnología inalámbrica de radio frecuencia LoRa, dentro

de una red LoRaWAN cumpliendo así con largo alcance en la transmisión de datos. El diseño e implementación del sistema fue puesto a prueba en condiciones ambientales propias de un área destinada al cultivo de productos agrícolas tanto en cultivo hidropónico, invernadero y en suelo con una ubicación del Gateway y nodo final a 1 metro de altura mínimo desde el piso, mostrando así un correcto desempeño en el cumplimiento de sus funciones” (p.81)

(Cortes & Vargas, 2020) realizaron la tesis titulada: “Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IoT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin”, “realizada con el apoyo de la Universidad Católica de Colombia, en Bogotá – Colombia” (p.01). El objetivo general fue “desarrollar un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la Fundación Mujeres empresarias Marie Poussepin ubicados en el barrio Altamira, localidad de San Cristóbal, Bogotá Colombia” (p.26). La metodología “hace referencia al estudio experimental debido a que se evalúan los efectos de las variables ambientales sobre los cultivos y se realiza una intervención para el control de estas” (p.44). La investigación no presenta población ni muestra. La conclusión, “al automatizar el riego del cultivo y tener un control de las variables principales que influyen directamente en el desarrollo de la siembra, se optimizó el consumo de agua ya que así se garantiza la cantidad necesaria y exacta requerida por el tipo de cultivo. En este caso se adaptó el sistema de control a un cultivo de tomate cherry por solicitud de la fundación debido a que es uno de los productos

de mayor cuidado en el proceso y que más se comercializan, es importante destacar que el sistema implementado se puede adaptar a cualquier tipo de cultivo mediante la modificación del valor de referencia de la humedad del suelo” (p.89)

(Mejia Aguirre, 2020) realizó la tesis titulada: “Desarrollo de dispositivo IoT para monitoreo agrícola de bajo coste”, “realizada con el apoyo de la Infotec Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, Ciudad de México – México” (p.01). El objetivo general fue “diseñar y construir un sistema embebido IoT autónomo mediante energía solar para monitorización de variables agrícolas. El prototipo se caracteriza por ser de bajo costo manteniendo la ubicación de la medición de las variables dentro del terreno de cultivo, además su visualización de manera remota en tiempo real” (p.06). La presente tesis no cuenta con una metodología definida. El resultado, “el contraste de los resultados con el medidor de pH del dispositivo arrojó valores adecuados con respecto al medidor pH de laboratorio, con variación de ± 0.3 (suelo ácido), ± 0.2 (suelo neutro) y ± 0.3 (suelo básico)” (p.51). “Se consiguió la integración satisfactoria del sistema embebido y que se cumplieron los requerimientos propuestos para el sistema” (p.51). La conclusión, “como se mostró en el desarrollo del proyecto, fue factible la generación del sistema embebido por medio de la integración de plataformas libres logrando un funcionamiento adecuado de los diferentes módulos integrados con gran autonomía energética. Otro aspecto que resaltar del diseño es la utilización de materiales que cumplen con las normas oficiales del RoHS en el caso de las

tarjetas electrónicas, y materiales biodegradables en el caso de la carcasa del dispositivo, que lo hacen atractivo para su producción y aplicación en el campo” (p.58)

(Méndez López, 2020) realizó la tesis titulada: “Prototipo de sistema de monitoreo y control agrícola basado en IoT. caso de estudio: cultivos semi hidropónicos de fresa en el municipio de Guasca Cundinamarca”, “realizada con el apoyo de la Universidad Piloto de Colombia, en Bogotá – Colombia” (p.01). El objetivo general “fue construir un prototipo de sistema de monitoreo y control basado en enfoques de IoT para cultivos semi hidropónicos de fresa en el municipio de Guasca Cundinamarca en el marco del desarrollo de soluciones tecnológicas para mejoramiento del agro” (p.21). “La metodología hace referencia al diseño metodológico hipotético – deductiva y con enfoques cuantitativos y cualitativos” (p.35). La investigación no presenta población ni muestra. Los resultados fueron que “en condiciones del entorno simulado las pruebas de funcionamiento de cada uno de los subsistemas fueron exitosas y cumplen con los requerimientos propuestos, a pesar de encontrar algunas fallas de hardware, estas se solucionaron correctamente y se tienen en cuenta para el funcionamiento óptimo del prototipo” (p.111). La conclusión, “este documento propone un enfoque de IoT orientado a la agricultura de precisión, haciendo uso de tecnologías de bajo costo, rendimiento aceptable y soporte de escalabilidad, alineadas con los ODS y las mega tendencias propuestas por la ONU orientadas hacia esta necesidad particular, por lo cual permite a los agricultores obtener información con mayor precisión y con ello la toma de decisiones en un grado más amplio de eficiencia, que a largo plazo será plausible en términos de

mejoras de rendimiento, calidad del producto, aumento de utilidades y disminución de pérdidas” (p.113)

(Martinez Ceron, 2020) realizó la tesis titulada: “Diseño de un sistema de control mediante IoT para la propagación vegetativa de Guayabo (PSIDIUM GUAJAVA L.) en el municipio de Vélez”. “realizada con el apoyo de la Universidad Nacional Abierta Y a Distancia, en Vélez Santander – Colombia” (p.01). El objetivo general “diseñar un sistema de control basado en tecnologías del IoT para la caracterización de variables, en la propagación vegetativa de GUAYABO (PSIDIUM GUAJAVA L.)” (p.18). “La metodología hace referencia a un enfoque de investigación cuantitativo, diseño metodológico descriptivo y con un diseño de investigación no experimental” (p.38). “La técnica utilizada fue la entrevista” (p.38). “La investigación no presenta población ni muestra. Los resultados, pudimos determinar que un sensor da la funcionalidad de cubrir dos variables, humedad y temperatura, los podemos cubrir con el DHT 22” (p.68). La conclusión, “con el desarrollo de la investigación es posible concluir que el uso e implementación de las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de la reproducción vegetativa de la guayaba, constituye un factor importante dentro de las competencias tecnológicas en el sector productivo, así como del componente de innovación y aplicación de las tecnologías en el área de la agricultura” (p.98)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Roosebelt Yonatan, 2021) realizó la tesis titulada: “Desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo y control remoto de un sistema acuapónico utilizando hardware libre y app de mensajería telegram”, “realizada con el apoyo de la Universidad Nacional de Piura, en Piura – Perú” (p.01). El objetivo general “fue desarrollar un sistema IoT para el monitoreo y control remoto de un sistema acuapónico utilizando hardware libre y la app de mensajería Telegram” (p.08). “La metodología hace referencia al tipo aplicada, nivel descriptivo y el diseño de tipo experimental pura” (p.27). La investigación no presenta población ni muestra. Los resultados señalan que “después de poner a prueba el Bot testeando todas las funcionalidad que este ofrece, logramos obtener todo la información que es relevante para el usuario de forma remota y en tiempo, soportado por una integración robusta entre el sistema de adquisición y el Bot lo cual nos permitió mantener al usuario informado del funcionamiento del sistema acuapónico y sobre todo permitiéndole al usuario velarse de la tecnología para distribuir mejor su tiempo y realizar otras actividades” (p.115). La conclusión señala que “desarrollaron un sistema IoT basado en un chat Bot que le permitió al usuario el monitoreo y control remoto en tiempo real de un sistema acuapónico, mediante la integración de tecnologías de hardware y software libre con Arduino y Raspberry Pi y la plataforma de mensajería Telegram, cumpliendo con los requisitos y funcionalidades definidas al inicio de la investigación” (p.116)

(Aguilar Zavaleta, 2020) realizó la tesis de posgrado titulada: “Diseño de una solución basada en el internet de las cosas (IoT) empleando Lorawan para el monitoreo de cultivos agrícolas en Perú”, “realizada con el apoyo de la

Universidad Tecnológica del Perú” (p.01). El objetivo general fue “diseñar una solución basada en el internet de las Cosas (IoT) empleando LoRaWAN para incrementar en 30% los niveles de monitoreo y control de los parámetros de producción de los cultivos agrícolas en el distrito de Pachacútec, provincia de Ica, departamento de Ica” (p.16). “La presente tesis no cuenta con una metodología definida. La población son un total de 192 estaciones de monitoreo agrícola en el área de estudio y las muestras fueron 192 agricultores” (p.62). Los resultados muestran que “los cálculos alcanzados para la distancia de enlace teórica hallada mediante la aplicación del modelo Okumura-Hata y el software Xirio Online entre el nodo final y el Gateway LoRaWAN definen su valor entre los 3.97 y los 4.25 kilómetros. Correspondientemente, el área de cobertura teórico está comprendido entre 49.5 y 56.7 kilómetros cuadrados” (p.115). La conclusión fue que “lograron proponer una solución tecnológica basada en el Internet de las cosas en conjunto con LoRaWAN que incrementa los niveles de monitoreo y controles actuales de los cultivos agrícolas en el distrito de Pachacútec, en un CUARENTA Y CUATRO (44%) por ciento, de acuerdo al Índice de Monitoreo Agrícola (IMA) establecido en la investigación. En tal sentido, el sistema IoT planteado logra monitorear 5 parámetros de producción agrícola (temperatura del suelo, humedad del suelo, pH, dióxido de carbono y conductividad eléctrica), logra que el tiempo de entrega de la información se produzca en un máximo de una hora, la obtención de las mediciones se realiza de manera automatizada sin la intervención de personal, la información se almacena en una nube computacional durante 5 años y el reporte de los cultivos

se visualiza en un aplicativo móvil detallando la información numérica, gráficos, control de sistema de riego y bases de datos” (p.157)

(Málaga Pinto, 2021) se realizó la tesis titulada: “Diseño e implementación de un sistema de riego mediante una red inalámbrica utilizando XBEE, arduino y aplicación de monitoreo Majes – Arequipa”, “realizada con el apoyo de la Universidad Católica de Santa María, en Arequipa – Perú” (p.01). El objetivo general fue “diseñar e implementar un sistema de riego mediante una red inalámbrica utilizando Xbee, Arduino y aplicación de monitoreo en Majes, Arequipa” (p.16). La presente tesis no cuenta con una metodología definida. La investigación no presenta población ni muestra. La técnica utilizada fue “la observación experimental y el instrumento utilizado fueron los componentes electrónicos” (p.37). El resultado fue “que el sistema se va a reestablecer de manera automática, esto se va a dar debido cuando la alimentación regrese en caso no tengamos una fuente de alimentación secundaria” (p.84). La conclusión fue que “resultó posible apreciar que actualmente a pesar de que se cuenta con la información referente a los valores de humedad que requieren o afectan cada uno de los cultivos que se llevan a cabo en la región Sur de Arequipa; no se manejan datos indispensables con respecto a las condiciones del suelo donde resulta necesario la plantación de la variedad de tubérculos producidos en la misma. Igualmente, no se poseen registros de los valores reales, al igual que las tendencias predominantes, relativas a la temperatura y la humedad del asado, situación que se ve agravada por la ausencia de un sistema de monitoreo constante de las mismas que permita su medición, y así poder corregir las fallas

o visualizar obstáculos de forma anticipada, lo que contribuiría a mejorar el proceso y a la vez, obtener una optimización continua del sistema automatizado de manera paulatina” (p.92)

(Barrionuevo Apaza, 2020) realizó la tesis titulada: “Implementación de un sistema de monitoreo remoto y de control para la mayor eficiencia en un cultivo de tomates cherry por hidroponía en sustrato preparado, en el cono sur de Arequipa”, “realizada con el apoyo de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en Arequipa – Perú” (p.01). El objetivo general fue “implementar un sistema de monitoreo remoto y de control para la mayor eficiencia en el cultivo de tomates cherry por hidroponía en sustrato preparado en el cono Sur de Arequipa” (p.06). La metodología “hace referencia al diseño no experimental, cualitativo y cuantitativo, y nivel de investigación exploratorio” (p.34). “La población corresponde a la empresa FAGSOL y la muestra está constituida por los cultivos de tomates cherry que posee la empresa” (p.35). “Las técnicas utilizadas fueron entrevista, análisis documental y observación experimental, y los instrumentos utilizados fueron el cuestionario, fichas de observación y fichas documentales” (p.35). Los resultados, “se puede observar un aumento respecto a la producción de tomates cherry que va en un promedio de 8.150 kg. La cosecha de tomates cherry se desarrolla semanalmente y es donde se evalúa la cantidad producida” (p.96). La conclusión fue que “los dispositivos considerados en el presente proyecto fueron escogidos tomando en cuenta un prototipo de fácil adquisición y bajo costo de los componentes en el mercado para su posterior implementación, demostrando así que el sistema es viable y funcional para la

recolección y monitoreo de datos de las diferentes variables el cuál emplea una red inalámbrica mediante el estándar IEEE 802.11 b/g/n.” (p.101)

(Quispe Moya, 2020) realizó la tesis titulada: “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo utilizando internet de las cosas y redes Mesh para la mejora de la calidad en la producción de sembríos de quinua en la ciudad de Juliaca”, “realizada con el apoyo de la Universidad Nacional del Altiplano, en Puno – Perú” (p.01). El objetivo general fue “diseñar e implementar un sistema de monitoreo utilizando Internet de las Cosas y redes Mesh para mejorar la calidad de producción en los sembríos de Quinua en la ciudad de Juliaca” (p.20). “La metodología hace referencia al diseño de investigación mixto como son: exploratorio, explicativo y experimental, y método experimental” (p.79). “La población fue el área de cultivo de quinua situado en la ciudad de Juliaca, región de Puno por la carretera Juliaca-Lampa continuidad rancho Victoria a 13 Km de la ciudad de Juliaca” (p.79). El resultado, “se logró crear una red Mesh con el dispositivo Argon, comportándose como Gateway o punto de conexión a internet, la cual nos servirá para que otros dispositivos Particle se puedan conectar a ella” (p.123). La conclusión, “se pudo diseñar e implementar sistema de monitoreo de cultivos de Quinua, basado en una red Mesh a bajo costo, utilizando tecnología BLE, ya que esto nos permite implementar una infraestructura económica a comparación de otras soluciones basadas en la misma topología, puesto que el consumo energético y el costo económico de Bluetooth low energi (BLE) es mucho menor, y también el uso de IdC como una solución, ya que todo este procesamiento de datos se converge en la Plataforma

Particle y de esa forma poder hacer integraciones con terceros de forma práctica y fiable como lo son Thingspeak, Google Cloud, PushBullet y Blynk entre otros” (p.142)

(Landa Vega & Oquelis Guerrero, 2020) realizó la tesis titulada: “Desarrollo de un controlador agrícola para Agricultura de Precisión con LoRaWAN para banano y mango orgánico”, “realizada con el apoyo de la Universidad de Piura, Piura – Perú” (p.01). La investigación no presenta objetivo general. La metodología “hace referencia a un enfoque mixto, tanto cualitativo como cuantitativo” (p.03). La investigación no presenta población ni muestra. El resultado, “el panel consta de tres componentes: el clima, la gráfica de humedad y los valores históricos de humedad, muestra información como temperatura actual, la temperatura máxima diaria o mínima, además el estado actual del clima, el cual puede ser muy relevante para el usuario especialmente en épocas de lluvia” (p.46). La conclusión fue “la agricultura es uno de los ejes en torno a los cuales gira la economía piurana. Por dicha razón se enfocó el trabajo en torno a ella, los cultivos representativos de esta región son el mango y el banano orgánico debido a los grandes ingresos que estos generan producto de su alta demanda en el mercado extranjero. Se demostró que la mejor tecnología para desarrollar el controlador agrícola fue LoRaWAN, no solo por sus grandes beneficios en comparación a las otras tecnologías mencionadas, sino porque no se requiere de una especialización técnica y además LoRaWAN es una tecnología de código abierto” (p.71)

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Internet de las cosas (IoT)

Según (Santiago Silvestre, 2019) define el internet de las cosas como “la red de instalaciones, equipos, vehículos, dispositivos, edificios y otros componentes integrados con electrónica, software, sensores y conectividad de red, lo que permite que los dispositivos recopilen e intercambien datos” (p.07).

Según (Nuñez, Benavides, Rodríguez, & Salazar, 2019) citan que “la tecnología IoT está tomando fuerza en distintos campos como las ciudades, transporte, agricultura, energía y edificios inteligentes, un sistema IoT tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas” (p.55).

Así también (Quiñonez Muños, 2019) lo define como:

“Una red de dispositivos conectados a través de internet, las cuales pueden interactuar por medio de sistemas embebidos, redes de comunicación, aplicaciones típicamente en la nube, logrando así acceder a información de internet, capturar, almacenar y recuperar datos e interactuar con usuarios humanos, creando ambientes cada vez más conectados e inteligentes” (p.06)

(Santiago Silvestre, 2019) no informa acerca de la gran evolución que ha tenido el internet de las cosas:

Éste ha sido el principal foco de atención en los últimos años. Es por eso por lo que ahora es la base de la interconexión de las cosas, como sensores, actuadores, automóviles, dispositivos eléctricos domésticos, a Internet. Como la comunicación de un dispositivo y un sistema IoT es por internet. Por lo tanto, “IoT permite que estos

dispositivos sean monitorizados por sensores o controlados y activados de forma remota a través de ciertas infraestructuras de redes existentes” (p. 7)



Figura 1. IoT (Internet de las cosas)

Nota Fuente: Adaptado de (Santiago Silvestre, 2019). El mundo internet of Things, primera edición (p.07).

2.2.2 Aplicaciones IoT

Las aplicaciones del IoT son potenciales, numerosas y diversas. Actualmente el IoT está aplicado a muchos campos, tales como la agricultura, salud inteligente, el transporte, la industria inteligente, ciudades y edificios inteligentes.

El potencial del “IoT promete transformar muchos aspectos de nuestra vida. Nuevos dispositivos inteligentes para la gestión de energía que nos lleva hacia un concepto de “casa inteligente”, monitoreo y control de los cultivos mediante sensores a lo cual le llaman “agricultura inteligente” o “agricultura de precisión”, o como los dispositivos IoT personales como los dispositivos de seguimiento de salud y de actividad física, también están los sistema de tráfico inteligente y los sensores embebidos en carreteras y puentes que nos acercan a la idea de “ciudades inteligentes” según” (Santiago Silvestre, 2019). Estos sistemas son capaces de darnos control,

seguridad y eficiencia, permitiendo mejores niveles de calidad de vida a un coste razonable.

Ciudades inteligentes

El significado de ciudad inteligente varía de país en país ya que no existe una definición única aceptada. Pero se podría decir que una ciudad inteligente está basada en las necesidades propias de la persona para hacer una ciudad mejor con una alta calidad de vida.

Gracias a las tecnologías IoT las ciudades mejorarán en muchos niveles, siendo más sostenibles, más seguras y productivas. Un papel importante lo tomarán los gobiernos ya que son ellos los que cubrirán las demandas de las ciudades inteligentes; será crucial para el despliegue de IoT. En la siguiente tabla se muestran algunas aplicaciones de ciudades inteligentes.

Tabla 1

Aplicaciones de ciudades inteligentes

Aplicación	Descripción
Aparcamiento inteligente	“Seguimiento de plazas de aparcamiento libres en la ciudad”
Salud estructural	“Registro de vibraciones y del estado de la condición estructural en edificios, puentes y monumentos históricos”
Mapas urbanos de ruido	“Seguimiento en tiempo real del nivel de ruido en áreas de bares y zonas céntricas”
Carreteras inteligentes	“Carreteras inteligentes con mensajes de advertencia y desviaciones según las condiciones climáticas y eventos inesperados como accidentes o embotellamientos”
Congestión de tráfico	“Seguimiento del nivel de vehículos y peatones para optimizar rutas de conducción y paseo”
Iluminación inteligente	“Iluminación inteligente y adaptativa al clima en alumbrado público”
Gestión de residuos	“Detección de niveles de basura en contenedores para optimizar las rutas de recolección de basura”
Seguimiento de la calidad del agua potable	Seguimiento de la calidad del agua del grifo en las ciudades.

Casa inteligente (y edificios)

Un hogar o casa inteligente no significa que esté llena de aparatos o robots nuevos, lo que realmente significa es que tengan electrodomésticos y ciertos dispositivos conectados y que por consecuencia operen de forma automática como si tuvieran algo de inteligencia. Por lo tanto, podemos hablar de sistemas de seguridad inteligentes, lavadoras inteligentes, termostatos inteligentes, bombillas inteligentes, etc.

Sabemos que la red Wi-Fi se utiliza para interconectar dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes, TV, tablets, etc. Sin embargo, la red Wi-Fi está teniendo gran importancia en la aplicación del hogar inteligente, esto significa que cualquier dispositivo que utilice electricidad se pueda conectar a nuestra red doméstica obteniendo grandes beneficios según (Santiago Silvestre, 2019). Como, por ejemplo, se podría controlar en tiempo real cualquier dispositivo o electrodoméstico desde una aplicación que esté en nuestro celular o mediante comandos de voz. Por otro lado, podremos tener acceso a todos los datos e información que se encuentren almacenados en los aparatos domésticos con ello, por ejemplo, podremos tener mayor control en nuestras cámaras de seguridad o en el consumo de electricidad y gas de nuestros electrodomésticos.

La idea futurista de una casa inteligente será aquella que los dispositivos o electrodomésticos no solo sean controlados por comandos de voz, sino que mediante algoritmos inteligentes puedan aprender por sí solas ciertas rutinas que los humanos hacen cada día.

Tabla 2

Aplicaciones para el hogar y edificios inteligentes.

Aplicación	Descripción
“Alertas en tiempo real”	“Hora de inicio para lavarropas y lavaplatos programada para ahorrar energía”
“Seguridad y vigilancia”	“Para aumentar la seguridad, proteger a nuestra familia y monitorear la actividad en nuestra propiedad”
“Control de acceso perimetral”	“En edificios, control de acceso a áreas restringidas y detección de personas en áreas no autorizadas”
“Control del aire y calefacción centralizada”	“La temperatura de la casa/habitación se ajusta automáticamente a nuestras preferencias”
“Iluminación inteligente”	“Iluminación inteligente y adaptada a la intemperie en las luces del hogar y de edificios”
“Entretenimiento inteligente”	“Selección automática y de forma personalizada de un programa de televisión o película según los gustos del usuario”
“Uso de agua y energía”	“Monitorización del consumo de energía y agua para obtener consejos sobre cómo ahorrar costos y recursos”
“Mantener las plantas vivas”	“Mantener las plantas alimentadas en función de sus necesidades y condiciones de crecimiento reales”

Nota Fuente: Adaptado de (Santiago Silvestre, 2019). El mundo internet of Things, primera edición (p.21). Europa: Modernisation of VET through, Collaboration with the Industry. La IoT nos muestra que facilita y mejora el estilo de vida en nuestros hogares, proporcionando seguridad, calidad y cuidados ambientales dentro de nuestros hogares de manera sencilla y accesible para todos.

Medioambiente inteligente

Un Medioambiente Inteligente, también conocido como "Smart Environment" en inglés, es un concepto interdisciplinario que aprovecha la tecnología y la información para crear entornos más sostenibles, eficientes y saludables para la vida humana y la conservación del medio ambiente. Se basa en la idea de utilizar avances tecnológicos para monitorear y gestionar los recursos naturales, los sistemas urbanos y las interacciones humanas de manera más inteligente y eficiente.

En un Medioambiente Inteligente, se utilizan una variedad de sensores y dispositivos conectados a Internet de las Cosas (IoT) para recopilar datos en tiempo real sobre el entorno. Estos datos pueden incluir información sobre la calidad del aire, la humedad, la temperatura, la gestión de residuos, la movilidad urbana y otros aspectos relacionados con el medio ambiente. Estos datos se recopilan, analizan y utilizan para tomar decisiones informadas.

La gestión eficiente de recursos es una característica clave de un Medioambiente Inteligente. Esto implica la optimización de la energía, el agua y otros recursos naturales para reducir el consumo y minimizar el impacto ambiental. Además, la tecnología permite la creación de sistemas de alerta temprana para detectar y prevenir desastres naturales como inundaciones o incendios forestales, lo que contribuye a la seguridad de las comunidades.

En un entorno inteligente, la movilidad y el tráfico también se gestionan de manera más eficiente. Se promueve el uso de transporte público, se reducen los niveles de tráfico y se fomentan modos de transporte sostenibles, lo que conlleva una disminución de la contaminación y una mejora en la calidad del aire en las áreas urbanas.

El Medioambiente Inteligente busca equilibrar el crecimiento tecnológico y el progreso con la conservación y la sostenibilidad ambiental. Su objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas al tiempo que se promueve la responsabilidad ecológica. En resumen, un Medioambiente Inteligente es un enfoque innovador que

utiliza tecnología avanzada para abordar los desafíos medioambientales contemporáneos y crear un mundo más sostenible.

Tabla 3

Aplicaciones de medio ambiente inteligente

Aplicación	Descripción
Detección de incendios forestales	“Monitorización de gases de combustión y condiciones de riesgo de incendio para definir zonas de alerta”
Contaminación del aire	“Control de gases tóxicos (CO ₂ , O ₃ , NO ₂ , CO, CH ₄ , ...) emitidos por fábricas, granjas y coches”
Monitorización del nivel de nieve	“Medición del nivel de nieve para conocer en tiempo real la calidad de las pistas de esquí y permitir la prevención de avalanchas por los cuerpos de seguridad”
Inundaciones de río	“Monitorización de las variaciones de nivel de agua en ríos, presas y depósitos”
Prevención de corrimientos de tierra y avalanchas	“Monitorización de la humedad del suelo, vibraciones y densidad de la tierra para detectar patrones peligrosos en las condiciones de la tierra”
Detección precoz de desastres naturales	“Control distribuido en lugares específicos de temblores, terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, inundaciones, ... para reducir el impacto de desastres naturales”
Radiación ultravioleta	“Medición de los rayos solares UV para advertir a las personas que no se expongan a ciertas horas”
Gestión de residuos	“Detección y control en tiempo real de la contaminación industrial (productos químicos de desecho y otros) para mejorar el medio ambiente”
Niveles de contaminación en el mar	Control en tiempo real de fugas y residuos al mar.
Detección de fugas químicas en ríos	Detección de fugas y residuos de fábricas en ríos.
Ayudar a proteger la vida salvaje	“Uso de collares de seguimiento por GPS para localizar y rastrear animales salvajes y comunicar sus coordenadas a los investigadores”

Nota Fuente: Adaptado de (Santiago Silvestre, 2019). El mundo internet of Things, primera edición (p.23). Europa: Modernisation of VET through, Collaboration with the Industry. Las aplicaciones IoT ayudan a prevenir ciertos tipos de desastres naturales, protegiendo también al medio ambiente de las contaminaciones gracias a la inteligencia artificial que se emplea.

Energía inteligente y red eléctrica inteligente

La energía inteligente y la red eléctrica inteligente, también conocida como Smart Grid en inglés, son conceptos clave en la modernización y eficiencia del suministro de energía. La energía inteligente se refiere a un enfoque que utiliza tecnología avanzada y sistemas de gestión para optimizar la producción, distribución y consumo de energía. Esto implica la integración de fuentes de energía renovable, la monitorización en tiempo real y la gestión de la demanda de energía, lo que resulta en una red eléctrica más eficiente y sostenible.

Por otro lado, la red eléctrica inteligente, o Smart Grid, es un sistema de distribución de energía eléctrica que utiliza tecnología de comunicación y control para mejorar la fiabilidad, la eficiencia y la seguridad de la red. Permite una comunicación bidireccional entre los proveedores de energía y los consumidores, lo que facilita la gestión de la carga, la detección y respuesta a fallas, y la integración de energías renovables. En conjunto, la energía inteligente y la red eléctrica inteligente son fundamentales para abordar los desafíos actuales en la gestión de la energía y avanzar hacia una matriz energética más sostenible y eficiente. (Santiago Silvestre, 2019).

Agricultura inteligente

Según (Li, 2012), como se citó en (Espinosa, Ponte, Gibeaux, & González, 2021):

La necesidad de adaptación y mitigación en la agricultura requiere la integración de nuevas tecnologías. Este último permitirá el desarrollo de estrategias de crecimiento que apoyen la seguridad alimentaria de los países en desarrollo. “La agricultura inteligente implica el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y, especialmente, el Internet de las cosas (IoT). Esta tecnología permite monitorear,

procesar y analizar grandes cantidades de datos de cultivos a través de Internet, así como condiciones de microclima, suelo, fertilización y riego, y otras variables de investigación” (p. 4).

2.2.3 Sensores

(Corona, Abarca, & Mares, 2014) lo definen como un “dispositivo de entrada que proporciona una salida controlada de la variable física que se mide” (p.17).

Los sensores son dispositivos electrónicos que están compuestos por células sensibles que detectan variaciones en una magnitud física, química, biológica y las convierten en señales eléctricas útiles para un sistema de control o medida.

Los sensores son partes principales de un sistema IoT, este le permite extraer datos del mundo real para luego ser procesados y evaluados para una cierta decisión. Existen una cantidad de sensores para diversas magnitudes físicas, como sensor de posición o proximidad, movimiento, temperatura, humedad, vibraciones, tensión, nivel, electricidad, aceleración, etc.

Según (Ebel & Nestel, 1993) señala que “un sensor es un convertidor técnico, que convierte una variable física en otra variable distinto, más simple de evaluar (generalmente una señal eléctrica)” (p.12).

Sensor de temperatura

El sensor de temperatura tiene un rango de -40°C hasta los 80°C.

El sensor de temperatura es de bajo costo y simple, de fácil accesibilidad a nivel usuario, para poder recoger información.

Sensor de humedad

El sensor de humedad “es un dispositivo electrónico que miden el nivel de líquido o la humedad relativa en un área específica, por consecuencia permiten controlar la humedad del aire y cualquier tipo de superficie, y la medición entregada por el sensor de humedad se transforman en una señal eléctrica análoga y digital según su principio de funcionamiento” (Cortes & Vargas, 2020).

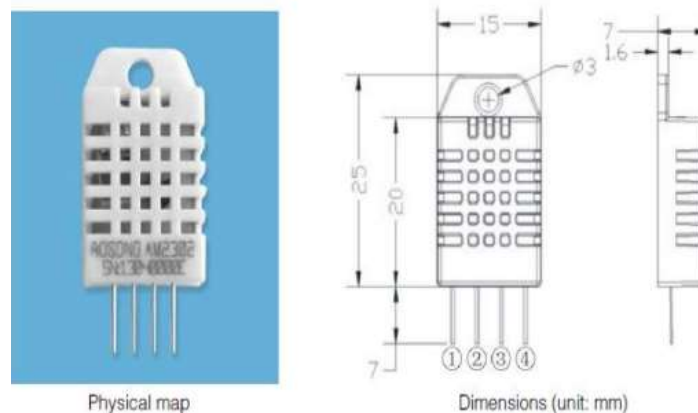


Figura 2. Sensor de humedad

Nota fuente: Adaptado de (Barrionuevo Apaza, 2020), “Implementación de un sistema de monitoreo remoto y de control para la mayor eficiencia en un cultivo de tomates cherry por hidroponía en sustrato preparado, en el cono sur de Arequipa” (p.19). Informe de investigación, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

2.2.4 Sistema embebido

Se define como un sistema electrónico especialmente diseñado para realizar una función específica, a menudo como parte de un sistema más grande. Su característica principal es el uso de una o más unidades de procesamiento digital (CPU) en forma de microprocesadores, microcontroladores o DSP para permitir la entrega de "datos inteligentes" al sistema host.

Según (Alva & Alcorta, 2020) lo definen como:

Un conjunto de componentes electrónicos integrados capaces de realizar una tarea dedicada contiene un procesador que es el encargado de recibir, analizar y procesar los datos enviados por los diferentes sensores para, posteriormente enviar una señal a los actuadores con el objetivo de que realicen las funciones específicas requeridas. (p.20)

Arquitectura de un sistema embebido

La arquitectura de un sistema embebido es un diseño informático especializado que se encuentra en una amplia variedad de dispositivos y aplicaciones, desde electrodomésticos y dispositivos médicos hasta automóviles y sistemas de control industrial. Estos sistemas se caracterizan por su enfoque en tareas específicas y limitadas en lugar de ser plataformas de propósito general. La arquitectura típica de un sistema embebido incluye un microcontrolador o microprocesador que actúa como el cerebro del sistema, gestionando el procesamiento de datos y controlando las operaciones. Este componente está diseñado para ser eficiente en cuanto a consumo de energía y a menudo incorpora memoria flash y RAM para almacenar el programa y los datos necesarios para su funcionamiento.

Raspberry pi

Es un miniordenador similar al tamaño de una tarjeta de crédito y consta de varios elementos integrados como, procesador, RAM, y un chip gráfico, y puertos como USB, HDMI, Ethernet, este aparato tecnológico fue creado en el año 2006 con la finalidad de enseñanzas de la informática en las escuelas, la raspberry pi cuenta con un

software de open source, lo que significa que cualquier programador pueda modificar su sistema de funcionamiento (Escalante & Vargas, 2019).

2.2.5 Software

Según (Pressman, 2010) lo define como:

“Instrucciones (programas informáticos) que, al ejecutarse, proporcionan las características, la funcionalidad y el rendimiento deseados, y son estructuras de datos que permiten que los programas manipulen correctamente la información, así como la información descriptiva, tanto en papel como en forma virtual, que describe el operación y uso de programas” (p.36) “Este tipo o sistema mantenimiento se fundamenta mediante el análisis consiente y profundo de la información necesaria proporcionada por captores y sensores dispuestos en las máquinas y equipos vitales e importantes; esto proporciona las rutinas de mantenimiento preventivo para poder establecer un posible y futuro diagnóstico” (Carbajal y Chuman, 2019, p. 57).

2.2.6 Servidor web

Según (Saavedra, 2016) nos indica que:

Es un programa que se ejecuta en una computadora, la cual espera una solicitud por parte del usuario. Al recibir la solicitud, “responderá enviando el código HTML de la página y luego el código enviado por el servidor será interpretado y mostrado en pantalla lo cual se requiere un navegador porque el servidor solo se limita al envío del código y no de su interpretación” (p. 5).

2.2.7 Tecnologías de redes de telecomunicaciones

GPS: (Huerta, Mangiaterra, & Noguera, 2005) lo definen como “un sistema cuyo propósito es determinar las coordenadas espaciales de los puntos en relación con el marco de referencia mundial.” (p.12). Así mismo para la obtención de la posición el sistema se basa en la determinación simultánea de las distancias de cuatro satélites de las cuales esas distancias son halladas en la transmisión y recepción de los satélites con la estación terrestre.

Según (Peñafiel & Zaya, 2001) sostiene que “este sistema:

Fue desarrollado para mejorar el sistema de medición distancias DOPPLER, TRANSIT en servicio civil desde 1967, por lo que, por determinadas razones militares, necesitaban un sistema que tuviese cobertura global, a cualquier hora del día y en cualquier entorno operativo, ya sea, mar, aire o tierra” (p.25)

Según (Huerta, Mangiaterra, & Noguera, 2005) sostiene que “el sistema GPS está constituido por tres segmentos fundamentales: espacial, de control y del usuario” (p.14).

- Espacial. Son todos aquellos satélites que giran en órbitas alrededor de la tierra.
- De control. Conformado por las estaciones terrestres la cual su función principal es determinar las distancias de todos los satélites visibles, y recoger todos los datos meteorológicos transmitidos por dichos satélites.
- Del Usuario. Son todos los componentes e instrumentos que son necesarios para recepcionar y procesar una cierta señal emitida por los satélites.

Arquitectura del sistema GPS

Según (A. Pozo Ruz et al, 2000) sostiene que el sistema se divide en tres segmentos principales:

Los dos primeros están relacionados con lo militar: el primero es la segmentación espacial, incluidos 24 satélites GPS con radio de órbita de 2660 km, período de rotación de 12 horas; el segundo es un segmento de control, compuesto por cinco estaciones de control encargadas de mantener los satélites en órbita y monitorear que su funcionamiento se esté realizando de forma correcta, tres antenas en tierra que transmiten las señales necesarias para alimentar los satélites y una estación experta para monitorear todas las actividades; y por último, un segmento de usuarios conformado por antenas y receptores pasivos basados en tierra. Basándose en los mensajes de cada satélite visible, los receptores calculan la distancia y proporcionan una posición y una hora estimadas (p. 2).

2.2.8 Protocolo de red

Zigbee: (Dignani, 2011) lo define como:

“Un conjunto de protocolos para el montaje de redes inalámbricas de baja velocidad y de corta distancia de datos, para su aplicación en radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal que opera en las bandas de 868 MHz, 915 MHz y 2.4 GHz y puede transferir datos hasta 250 Kbps” (p.05)

Según su papel en la red (Ossa Duque, 2017) nos afirma que “se definen tres tipos de dispositivo Zigbee según su papel en la red: coordinador zigbee, router zigbee y dispositivo final” (p.53).

- **Coordinador Zigbee:** Su función principal es controlar la red y guiar a los dispositivos para que puedan conectarse entre ellos, debe existir necesariamente uno por red.
- **Router Zigbee:** Genera nodos para extender la cobertura de la red.
- **Dispositivo final:** Son los que se comunican con los nodos coordinador y router.

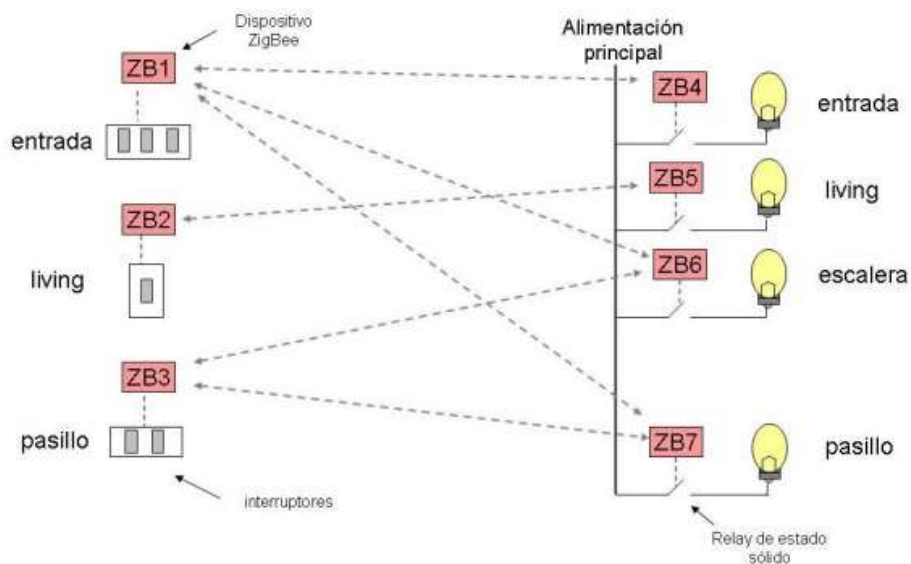


Figura 3. Control de luces en una casa usando ZigBee

Nota fuente: Adaptado de (Dignani, 2011), Análisis del protocolo Zigbee (p.05). Trabajo final integrador de especialización en Redes y Seguridad, Universidad Nacional de La Plata.

2.3. Definición de términos básicos:

- ✓ **IoT:** Sistema que permite la interconexión de diferentes dispositivos con el objetivo de poder controlar, monitorizar a distancia una cierta variable.
- ✓ **Sensor:** Es un dispositivo electrónico capaz de medir una magnitud física y convertirla en niveles de voltaje.
- ✓ **Monitoreo:** Es la recolección y análisis de datos para dar un seguimiento a un cierto proceso.
- ✓ **Protocolo:** Conjunto de reglas que se deben seguir para lograr hacer una comunicación entre dos dispositivos.
- ✓ **Comunicación inalámbrica:** Es toda comunicación que no necesita estar conectada tanto el transmisor como el receptor físicamente.
- ✓ **Redes de sensores:** Es un conjunto de sensores que se encuentran conectados a un cierto dispositivo.
- ✓ **Herramientas de software:** Son los programas utilizados para la monitorización y control del cultivo.
- ✓ **Agricultura:** Es un grupo de actividades económicas relacionadas con el cultivo y procesamiento del suelo para la producción de alimentos. Como tal, incluye todos estos métodos y actividades humanas encaminadas a la obtención de alimentos del medio natural.
- ✓ **Productividad:** Es una medida económica que cuenta la cantidad de bienes y servicios producidos por cada factor utilizado (trabajo, capital, tiempo, tierra, etc.)

2.3. Hipótesis e investigación

2.3.1. Hipótesis general

- El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023.

2.3.2. Hipótesis específicas

- El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2023.
- El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con el control en el poblado de Cuchuchin – 2023.
- El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2023.

2.4. Operacionalización de las variables

Las variables de investigación se presentan a continuación:

- **Variable 1:** Sistema de monitoreo IoT
- **Variable 2:** Productividad del agricultor

2.4.2 Matriz de Operacionalización de variables

Cuadro 1.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
(X) Sistema de monitoreo IoT	Se define como un sistema embebido compuesta de un conjunto de sensores que puedan recolectar datos para ser transmitidas mediante un protocolo de red utilizando tecnologías de redes de comunicaciones y mediante el software poder analizar los datos para su respectivo control del proceso.	En la recolección de los datos de cada una de las variables se usan diferentes tipos de sensores respetando su unidad de medida.	X.1.- Sensores	X.1.1.- Temperatura
				X.1.2.- Humedad
			X.2.- Sistema embebido	X.2.1.- Raspberry pi
			X.3.- Software	X.3.1.- Servidor web
			X.4.- Tecnología de redes de telecomunicaciones	X.4.1.- GPS
	X.5.1. Zigbee			
(Y) Productividad del agricultor	Se define como la optimización de los recursos para mejorar la gestión del tiempo del agricultor con el control y supervisión remota para obtener una buena planificación del cultivo.	Nos muestra la forma en cómo uno puede mejorar o aprovechar los recursos humanos para potenciar ciertas actividades en el campo del cultivo.	Y.1.- Tiempo	Y.1.1.- Gestión de tiempo del agricultor.
			Y.2.- Control	Y.2.1. Remoto
			Y.3.- Planificación	Y.3.1. Organizacional

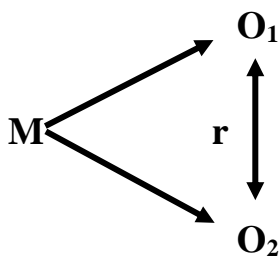
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo; tipo de investigación aplicada, según (Carrasco Diaz, 2005) sostiene que “esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (p.43).

Es de un nivel de investigación correlacional, según (Hernández Sampiere, 2014) “es un tipo de estudio que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.126).



Dónde:

M= Muestra.

O₁= Observación de la var. 1: Sistema de monitoreo IoT.

O₂= Observación de la var. 2: Productividad del agricultor.

r= Correlación entre ambas variables.

Dato fuente. Adaptado de (Miranda Portella & Balabarca Muñoz, 2018), Automatización y la calidad de servicio de los trabajadores de la empresa Nutricional Technologies S.A.C Huaura (p.34). Informe de investigación, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de la presente investigación es correlacional, según

Hernández, Fernández y Baptista (2014) “es un tipo de estudio que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.126)

3.1.3 Diseño

La presente tesis de investigación es de tipo no experimental, ya que no se controla y manipula intencionalmente las variables independientes, es de tipo transversal ya que el estudio se hace en un tiempo determinado (Carrasco Diaz, 2005).

3.1.4 Enfoque

Al respecto el enfoque cuantitativo, “El enfoque cuantitativo es una metodología de investigación que se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos y cuantificables. Se centra en la medición, el uso de estadísticas y el análisis matemático para entender fenómenos, relaciones o comportamientos” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 102)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por 20 comuneros en el poblado de Cuchuchin.

3.2.2 Muestra

Debido al pequeño tamaño de la muestra, se realizará mediante un método censal para los fines de este estudio.

Según (Ramírez, 1999) sostiene que “una muestra censal es aquella en la que todas las unidades de auditoría se tratan como una muestra. Por lo tanto, la población objetivo se define como el censo porque es universo, población y muestra” (p.63).

3.3 Técnica para la recolección de datos

Técnicas a emplear

Las técnicas de esta investigación se basan en la recolección de información, mediante la encuesta ya que nos permitirá saber el estado o la situación actual del cómo se encuentra el cultivo en el campo.

Descripción de los instrumentos

Esquema del instrumento

Nombre del cuestionario	Productividad del agricultor
Autor	Ramirez Escobar
Año	2023
Lugar	Poblado de Cuchuchin
Población	20 comuneros
Puntuación	Escala Likert

Tipificación Baremos

Escala 12 ítems

Para el instrumento de la investigación se utilizó el modelo utilizado por (Arturo Barraza, 2010) lo cual utiliza un instrumento siguiendo la siguiente estructura: el IEAA se compone de 20 Items que pueden ser contestados en un escalamiento tipo Likert de cuatro valores, estos ítems se midieron utilizando la escala de Likert con valoraciones de 1 a 5 según corresponda.

1 = “Nunca”.

2 = “Casi nunca”.

3 = “A veces”.

4 = “Casi siempre”.

5 = “Siempre”

Técnicas a emplear

Las técnicas de esta investigación se basan en la recolección de información, mediante la encuesta ya que nos permitirá saber el estado o la situación actual del cómo se encuentra el cultivo en el campo.

3.4 Matriz de consistencia

Cuadro 2.

Matriz de Consistencia: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO IOT PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AGRICULTOR EN EL POBLADO DE CUCHUCHIN-SAYAN, 2023”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE VALORES	NIVEL Y RANGO	MÉTODOS Y TÉCNICAS
Problema General ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2022?	Objetivos General Conocer el sistema de monitoreo IoT y su relación con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2022.	Hipótesis General El Sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2022.	(X) Sistema de monitoreo IoT	X.1. Sensores	X.1.1. Temperatura.	4	Bajo Regular Bueno	4 - 7	Tipo de investigación: Aplicada. Nivel de investigación: Correlacional. Enfoque de la investigación: Cuantitativa. Diseño de investigación: No Experimental.
		X.1.2. Humedad.		8 – 11					
		X.2. Sistema embebido		X.2.1. Raspberry.	5	5 – 9			
		X.3. Software		X.3.1. Servidor web.	3	10 – 14			
		X.4. Tecnologías de redes de telecomunicaciones		X.4.1. GPS.	3	15			
Problemas específicos 1. ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2022?	Objetivos Específicos 1. Diseñar el sistema de monitoreo IoT y su relación con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2022.	Hipótesis Específicas 1. El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2022.	(Y) Productividad del agricultor	Y.1. Tiempo.	Y.1.1. Gestión de tiempo del agricultor	5	5 – 9	6 – 8	
2. ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con el control en el poblado de Cuchuchin – 2022?	2. Diseñar el sistema de monitoreo IoT y su relación con el control en el poblado de Cuchuchin – 2022.	2. El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con el control en el poblado de Cuchuchin – 2022.		Y.2. Control.	Y.2.1. Remoto.	7	7 – 12	9	
3. ¿Cómo el sistema de monitoreo IoT se relaciona con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2022?	3. Diseñar el sistema de monitoreo IoT y su relación con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2022.	3. El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2022.					10 - 13	14 – 15	
								13 – 17	
								18 - 21	

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Luego se desarrolló el código para el ESP8266 utilizando el entorno de desarrollo (IDE) de Arduino versión 1.8.13. En la figura 5 se visualiza el código elaborado para monitorear las señales de temperatura y humedad, así mismo se encargara de transmisión la información para la plataforma Ubidots.



```
EstacionMeteorologicaYT Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

#include "UbidotsESPMQTT.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include "DHT.h"

/*****

* Definir constantes

*****/
LiquidCrystal lcd(D6, D5, D4, D3, D2, D1);

#define DHTPIN D7 // what digital pin we're connected to

#define DHTTYPE DHT11

#define RELAY D8

#define LUZ A0

#define TOKEN "....." // Your Ubidots TOKEN

#define WIFINAME "....." //Your SSID

#define WIFIPASS "....." // Your Wifi Pass

#define DEVICE_LABEL "estacion"

#define VARIABLE_LABEL1 "salida" // Nombre de variable en Ubidots

byte humicon[] = {
  B00100,
  B00100,
  B01110,
  B01110,
```

Figura 5. Programación del ESP8266

Para el monitoreo de la señal de temperatura y humedad se utilizó la plataforma web de Ubidots. Ubidots es una plataforma en línea que se utiliza para crear aplicaciones de IoT (Internet de las cosas) y visualizar datos en tiempo real. Esta plataforma permite a los usuarios recopilar datos de sensores y dispositivos conectados a Internet, almacenar esos datos en la nube y luego visualizar y analizar los datos de manera efectiva a través de paneles personalizados y gráficos interactivos.

Las características clave de Ubidots incluyen:

Conectividad: Ubidots admite una amplia variedad de protocolos de comunicación para conectarse a dispositivos IoT, como MQTT, HTTP, CoAP y más. Esto facilita la integración de sensores y dispositivos en la plataforma.

Almacenamiento de datos: La plataforma almacena los datos recopilados de manera segura en la nube, lo que permite acceder a ellos desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Visualización de datos: Ubidots proporciona herramientas de visualización que permiten a los usuarios crear paneles personalizados para mostrar datos en tiempo real. Los usuarios pueden crear gráficos, tablas y widgets interactivos para representar sus datos de manera efectiva.

Reglas y notificaciones: La plataforma permite definir reglas y condiciones para activar notificaciones y alertas cuando los datos cumplen ciertos criterios predefinidos. Esto es útil para el monitoreo y la toma de decisiones basada en datos en tiempo real.

Integración: Ubidots se integra con una variedad de servicios y herramientas, lo que facilita la integración con otros sistemas y aplicaciones.

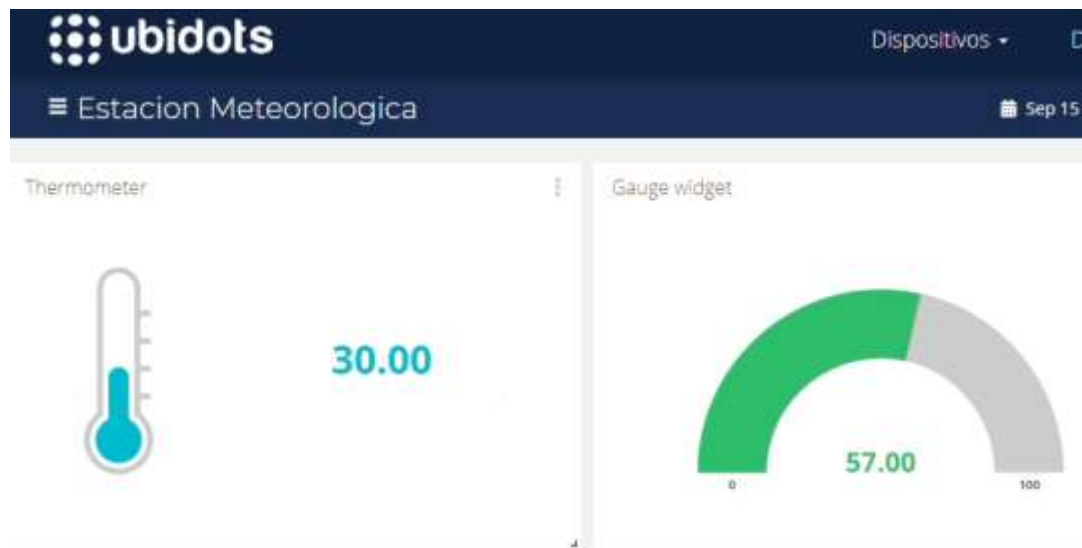


Figura 6. Interfaz de desarrollo Ubidots

Finalmente, se presenta un presupuesto estimado para la implementación del sistema de monitoreo basado en una interfaz IoT.

Tabla 4.

Propuesto de presupuesto para el sistema de monitoreo IoT

Materiales	Costo (Nuevos Soles)
Dispositivos electrónicos	
NodeMCU	30.00
DHT11	15.00
Resistencias	5.00
Condensadores	5.00
Pantallas LCD	15.00
Teclado matricial	15.00
Supresores	20.00
Cargadores 5V	10.00
Fibra de vidrio	80.00
Cables	15.00
Molex	10.00
Infraestructura mecánica	
Chasis de soporte	200.00
Pernos	10.00
Sub Total	350.00
Imprevistos (10% del subtotal)	35.00
TOTAL: (S/.)	385.00

4.2 Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023.

Hipótesis nula: El sistema de monitoreo IoT no guarda relación significativa con la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2022. Company S.A.C., 2023.

Tabla 5.

“Correlación hipótesis general”

Correlación entre el Sistema de monitoreo IoT y la Productividad del agricultor en el poblado de Cuchuchin, 2023			Sistema de monitoreo IoT	Productividad del agricultor
Rho de Spearman	Sistema de monitoreo IoT	Coefficiente de correlación	1,000	,887**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	20	20
Spearman	Productividad del agricultor	Coefficiente de correlación	,887**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	20	20

**."La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)".

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.887$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”.

Existe una relación entre el sistema de monitoreo IoT y la productividad del agricultor en el centro poblado de Cuchuchin – 2023. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud alta.

Hipótesis específica 1

Hipótesis Alternativa: El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2023.

Hipótesis nula: El sistema de monitoreo IoT no guarda relación significativa con el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2022

Tabla 6.

“Correlación hipótesis específica 1”

Correlación entre el Sistema de monitoreo IoT y el tiempo en el poblado de Cuchuchin, 2023				
			Sistema de monitoreo IoT	El tiempo
Rho de Spearman	Sistema de monitoreo IoT	Coefficiente de correlación	1,000	,905**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	20	20
Spearman	El tiempo	Coefficiente de correlación	,905**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	20	20

**."La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)".

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.905$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”.

Existe una relación entre el sistema de monitoreo IoT y el tiempo en el poblado de Cuchuchin, 2023. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud alta.

Hipótesis específica 2

Hipótesis Alternativa: El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente

con el control en el poblado de Cuchuchin – 2023.

Hipótesis nula: El sistema de monitoreo IoT no guarda relación significativa con el control en el poblado de Cuchuchin – 2023.

Tabla 7.

“Correlación hipótesis específica 2”

Correlación entre el Sistema de monitoreo IoT y el control en el poblado de Cuchuchin, 2023			Sistema de monitoreo IoT	El control
Rho de Spearman	Sistema de monitoreo IoT	Coeficiente de correlación	1,000	,767**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	20	20
El control		Coeficiente de correlación	,767**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	20	20

** . “La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)”.

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.767$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”.

Existe una relación entre el sistema de monitoreo IoT y el control en el poblado de Cuchuchin – 2023. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud alta.

Hipótesis específica 3

Hipótesis Alternativa El sistema de monitoreo IoT se relaciona significativamente con la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2022.

Hipótesis nula: El sistema de monitoreo IoT no guarda relación significativa con la

planificación en el poblado de Cuchuchin – 2022.

Tabla 8.

“Correlación hipótesis específica 3”

Correlación entre el Sistema de monitoreo IoT y el control la planificación en el poblado de Cuchuchin, 2023				
			Sistema de monitoreo IoT	El control
Rho de Spearman	Sistema de monitoreo IoT	Coefficiente de correlación	1,000	,843**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	20	20
Spearman	El control	Coefficiente de correlación	,843**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: “Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.843$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula”.

Existe una relación entre el sistema de monitoreo IoT y la planificación en el poblado de Cuchuchin, 2023. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud alta.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de los resultados

De los resultados obtenidos se demostró que existe una relación directa y significativamente entre: el Sistema de monitoreo IoT y la Productividad del agricultor en el poblado de Cuchuchin, 2023; obteniendo en la prueba de Rho de Spermán un coeficiente de correlación igual de 0,887; representando una correlación significativa positiva entre ambas variables

De los resultados obtenidos se coinciden con los mencionados por Ortiz (2021) “quien menciona que la arquitectura de IoT se utilizó MQTT Broker que permite obtener uno de los estándares para aplicaciones de IoT de ámbito comercial” (p. 74). De forma similar con Cortes y Vargas (2020) quien afirma que “al automatizar el riego del cultivo y tener un control de las variables principales que influyen directamente en el desarrollo de la siembra, se optimizó el consumo de agua ya que así se garantiza la cantidad necesaria y exacta requerida por el tipo de cultivo” (p. 89). Finalmente, Aguilar (2020) concluye que “el reporte de los cultivos se visualiza en un aplicativo móvil detallando la información numérica, gráficos, control de sistema de riego y bases de datos” (p. 157).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Podemos concluir:

- Existe una relación significativamente positiva entre el sistema de monitoreo IoT y la productividad del agricultor del poblado de Cuchuchin – 2023. Obteniendo un coeficiente de correlación de 0,887 equivalente a una magnitud alta.
- Existe una relación significativamente positiva entre el sistema de monitoreo IoT y el tiempo en el poblado de Cuchuchin – 2023. Obteniendo un coeficiente de correlación de 0,905 equivalente a una magnitud alta.
- Existe una relación significativamente positiva entre el sistema de monitoreo IoT y el control en el poblado de Cuchuchin – 2023. Obteniendo un coeficiente de correlación de 0,767 equivalente a una magnitud alta.
- Existe una relación significativamente positiva entre el sistema de monitoreo IoT y la planificación en el poblado de Cuchuchin – 2023. Obteniendo un coeficiente de correlación de 0,843 equivalente a una magnitud alta.

6.2 Recomendaciones

- Identificar los riesgos específicos que deseas monitorear, como temperatura, humedad, nivel de agua, calidad del suelo, presión atmosférica, etc.
- Elegir sensores de alta calidad y precisión que sean compatibles con el ESP8266.
- Implementar algoritmos de análisis de datos para detectar patrones y riesgos, como sequías, heladas, exceso de humedad, etc.
- Utilizar una plataforma en la nube para almacenar y visualizar los datos de manera eficiente.

REFERENCIAS

7.1 Referencias bibliográficas

- Aguilar Zavaleta, S. (2020). Diseño de una solución basada en el internet de las cosas (IoT) empleando Lorawan para el monitoreo de cultivos agrícolas en Perú. Universidad tecnológica del Perú.
- Barrionuevo Apaza, H. D. (2020). Implementación de un sistema de monitoreo remoto y de control para la mayor eficiencia en un cultivo de tomates cherry por hidroponía en sustrato preparado, en el cono sur de Arequipa. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Cortes, V., & Vargas, M. (2020). “Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IoT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin”. Universidad Católica de Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. (2014) Metodología de la Investigación. McGraw Hill España
- Landa Vega, D. C., & Oquelis Guerrero, Á. A. (2020). Desarrollo de un controlador agrícola para Agricultura de Precisión con LoRaWAN para banano y mango orgánico. Tesis de grado. Universidad de Piura, Piura.
- Málaga Pinto, H. G. (2021). Diseño e implementación de un sistema de riego mediante una red inalámbrica utilizando XBEE, arduino y aplicación de monitoreo Majes - Arequipa. tesis de maestría. Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12920/11124>
- Miranda Portella, F. J., & Balabarca Muñoz, J. J. (2018). Automatización y la calidad de servicio de los trabajadores de la empresa Nutricional Technologies S.A.C

Huaura - 2016. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho – Perú.

Ñaupas-Paitán, H., Mejía-Mejía, E., Novoa-Ramírez, E., & Villagomez-Páucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Nuñez, Benavides, Rodríguez, & Salazar. (2019). Propuesta de una plataforma de bajo costo basada en Internet de las Cosas para Agricultura Inteligente.

Ortiz Cáceres, J. L. (2021). Desarrollo de un prototipo de un sistema de riego automatizado para el procesamiento, monitoreo y análisis de datos utilizando lógica difusa en tiempo real e IoT para optimizar el uso de agua aplicada en el cultivo. Universidad Politécnica Salesiana.

Paredes Cruz, G. D. (2021). El sistema de monitoreo de humedad de suelo y georeferenciación usando Internet de las Cosas (IoT). Universidad Técnica del Norte.

Quispe Moya, E. O. (2020). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo utilizando internet de las cosas y redes Mesh para la mejora de la calidad en la producción de sembríos de quinua en la ciudad de Juliaca. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Roosebelt Yonatan, C. A. (2021). Desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo y control remoto de un sistema acuapónico utilizando hardware libre y app de mensajería telegram. Universidad Nacional de Piura.

7.2 Referencias electrónicas

- A. Pozo Ruz et al. (2000). SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS): DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS DE ERRORES, APLICACIONES Y FUTURO. Obtenido de <https://www.peoplematters.com/Archivos/Descargas/GPS.pdf>
- Alva, & Alcorta. (2020). Sistemas embebidos: guía metodológica para su desarrollo. Obtenido de <https://static.upao.info/descargas/78a608f43f7702198f00faee981db7a3a84c4f8c76d77c8de61bf08dbab5b581514ea884149f697630e093afcdca9237549aca26fad34bdd95cac8ead2db981/sistemas-embebidos--guía-metodológica-para-su-desarrollo.pdf>
- Arturo Barraza, M. (2010). INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. INVENTARIO DE EXPECTATIVAS DE AUTOEFICIENCIA ACADÉMICA, 4. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6533895>
- Cardenas, A., Portal, J., Sosa, R., & Santana, I. (2019). Diseño de aplicación IoT para el monitoreo de casas de cultivo. IoT application design for monitoring greenhouses. Obtenido de <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/499/396>
- Carrasco Diaz, S. (2005). Metodología de la investigación científica. Obtenido de https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_
- Cirani, & Ferrari. (2019). Obtenido de <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/499/396>
- Corona, Abarca, & Mares. (2014). Sensores y actuadores: aplicación con Arduino. Obtenido de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wMm3BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=sensores+libros+pdf&ots=6O6lew82Wz&sig=sXiRvoZXR-n3HyhBWQcQ_Fj5S0#v=onepage&q&f=false

Dignani. (2011). Análisis del protocolo Zigbee. Obtenido de

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18349/Documento_completo___.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ebel, F., & Nestel, S. (1993). Sensores para la técnica de procesos y manipulación.

Festo didactic KG. Obtenido de [https://www.festo-](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf)

[didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf)

Escalante, & Vargas. (2019). Raspberry pi: la tecnología reducida en placa. Obtenido de

<https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4250/RASPBERRY%20PI.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Espinosa, A., Ponte, D., Gibeaux, S., & González, C. (2021). ESTUDIO DE

SISTEMAS IOT APLICADOS A LA AGRICULTURA INTELIGENTE.

Obtenido de

<http://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/479/422>

Huerta, Mangiaterra, & Noguera. (2005). GPS Posicionamiento satelital. Obtenido de

https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf

Li. (2012). Obtenido de

<http://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/479/422>

Martinez Ceron, R. A. (2020). “Diseño de un sistema de control mediante IoT para la

propagación vegetativa de Guayabo (PSIDIUM GUAJAVA L.) en el municipio

de Vélez”. Obtenido de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38754/ramartinezce.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Mejía Aguirre, C. J. (2020). “Desarrollo de dispositivo IoT para monitoreo agrícola de bajo coste”. Infotec Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación. Obtenido de https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/408/1/INFOTEC_MSE_CJMA_14092020.pdf

Méndez López, A. L. (2020). “Prototipo de sistema de monitoreo y control agrícola basado en IoT. caso de estudio: cultivos semi hidropónicos de fresa en el municipio de guasca Cundinamarca”. Obtenido de http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11253/PROTO_TIPO_SISTEMA_DE_MONITOREO_Y_CONTROL_AGRICOLA_BASADO_EN_IoT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINAGRI. (2018). Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/noticias-antteriores/notas-2018/20660-sector-agricultura-se-consolido-el-2017-como-el-segundo-generador-de-mayores-divisas-para-el-peru-2>

Ossa Duque, S. (2017). Monitoreo y control de variables ambientales mediante una red inalámbrica para agricultura de precisión en invernaderos. Obtenido de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/vector/article/view/236/182>

Peñafiel, & Zaya. (2001). Fundamentos del sistema GPS y aplicaciones en la topografía. Obtenido de <http://www.rutasnavarra.com/gps/teoria/gpsavanzado.pdf>

Pressman. (2010). Ingeniería del software. Mc Graw Hill. Obtenido de <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>

Quiñonez Muños. (2019). Internet de las cosas (IoT). Obtenido de

<https://books.google.com.pe/books?id=vnnEDwAAQBAJ&pg=PT43&dq=sensores+electronicos+.pdf&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjU0eui9P3AhUvB7kGHT8FDfYQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=sensores%20electronicos%20.pdf&f=false>

Ramírez, T. (1999). Cómo hacer un proyecto de investigación. Caracas: PANAPO.

Obtenido de <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=11229>

Saavedra, J. (2016). DISEÑO DE UN SERVIDOR WEB UTILIZANDO HARDWARE

LIBRE. Universidad Nacional de Piura. Obtenido de

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2032/IET-SAA-CHA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

San Pablo informa. (2020). Obtenido de [https://ucsp.edu.pe/tecnologia-inteligente-](https://ucsp.edu.pe/tecnologia-inteligente-aplicada-agro-arequipeno/)

[aplicada-agro-arequipeno/](https://ucsp.edu.pe/tecnologia-inteligente-aplicada-agro-arequipeno/)

Santiago Silvestre, J. S. (2019). El mundo Internet of Things (IoT). Erasmus+. Obtenido de

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/185120/LM01_R_ES.pdf;jsessionid=D3E9A584841E721DFB88A26C2317F6C1?sequence=1

ANEXOS

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO N°2
ENCUESTA PARA MEDIR LAS VARIABLES SISTEMA DE MONITOREO IOT Y
PRODUCTIVIDAD DEL AGRICULTOR

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Cuestionario para medir las variables: Sistema de monitoreo IoT y Productividad del agricultor

Instrucciones: Le agradeceremos leer correctamente las preguntas y marcar con un aspa (X) la opción que más considere.

Esta es una encuesta de carácter anónimo, de alta confidencialidad y de uso exclusivo para esta investigación.

N°	ITEM	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
	Dimensión: Sensores					
1	Considera importante la implementación de sensores en la agricultura					
2	Priorizaría la calidad del sensor por sobre el precio					
	Dimensión: Sistema embebido					
3	El sistema embebido debe funcionar bajo condiciones de climas extremos					
4	Considera que el sistema embebido permite controlar de forma remota los procesos en la agricultura					
	Dimensión: Software					
5	Considera que el sistema de monitoreo se podrá visualizar en tiempo real					
6	Considera importante conocer el estado del campo de cultivo desde cualquier dispositivo electrónico como el celular					
	Dimensión: Tiempo					
7	El diseño de un sistema de monitoreo mejorará el tiempo de supervisión					
8	El recurso mas importante en la producción agrícola es el tiempo					
	Dimensión: Control					

9	Considera importante activar o desactivar el sistema de monitoreo de forma remota					
10	Considera importante activar el sistema de riego de forma remota					
	Dimensión: Planificación					
11	Considera importante que el sistema embebido active el sistema de riego en horarios determinados					
12	El sistema de monitoreo mejorará la planificación del riego automatizado					