



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de
quinua, Puno 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

AUTOR:

Fuentes Mamani, Nilver Aldo (orcid.org/0000-0002-7124-7399)

ASESOR:

Dr. Agreda Gamboa, Everson David (orcid.org/0000-0003-1252-9692)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios por haberme guiado en el transcurso de mi carrera, por otorgarme fortaleza y dedicación para alcanzar mis metas.

A mi enamorada por ser parte esencial en mi vida, porque a pesar de todos los obstáculos nunca dejo que me rinda siempre me brindó su apoyo en todo aspecto.

Agradecimiento

Agradezco a mi asesor de tesis al Dr. Agreda Gamboa, Everson David, agradezco por haberme otorgado conocimientos que se requiere para ser llegar a ser un gran profesional.

Agradezco a mi familia por haberme dado su apoyo incondicional, porque sin ellos no había logrado mi meta ser Ingeniero de sistemas.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Variables y operacionalización	15
3.3 Población, muestra y muestreo	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos	17
3.6 Método de análisis de datos	19
3.7 Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	30
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1 Indicador número de monitoreos	22
Tabla 2 Prueba de normalidad número de monitoreos	23
Tabla 3 Hipótesis para el número de monitoreos.....	23
Tabla 4 prueba estadística de Wilcoxon número de monitoreos.....	24
Tabla 5 indicador Tiempo promedio de monitoreos	25
Tabla 6 Prueba de normalidad número de monitoreos	25
Tabla 7 Hipótesis para el tiempo promedio de monitoreos.....	26
Tabla 8 Estadístico de prueba Wilcoxon del indicador tiempo promedio de monitoreo.....	27
Tabla 9 Estadístico comparativo para el indicador 3	27
Tabla 10 Prueba de normalidad número de monitoreo	28
Tabla 11 Hipótesis para el número de reportes.....	29
Tabla 12 Estadístico de prueba Wilcoxon número de monitoreo	29

Índice de Figuras

Figura 1 Indicador número de monitoreo	22
Figura 2 Indicador tiempo promedio de monitoreo	25
Figura 3 Indicador número de reportes.....	28

Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), constituye un importante cultivo y componente en la alimentación de los pueblos alto andinos. El internet de las cosas, constituye una tecnología que apoya el desarrollo de la agricultura, con el uso de sensores los valores encontrados, se registra información que sirve para la toma de decisiones. El objetivo del presente trabajo es implementar un sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua ubicado en el departamento de Puno 2023. Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los resultados en los tres indicadores: número de monitoreos, tiempo promedio de monitoreo y número de reportes. Los valores de significancia para los tres indicadores fueron inferiores a 0.05, lo que indica una distribución no normal. Por lo tanto, se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon para la obtención de los resultados. Se puede afirmar que la implementación del sistema de monitoreo de variables ambientales tuvo efectos positivos en el número de monitoreos, el tiempo promedio de monitoreo y el número de reportes. El número promedio de monitoreos aumentó a 15.2, mientras que el tiempo promedio de monitoreo se redujo en 1 día. Además, el número de reportes aumentó en 3.3.

Palabras clave: Internet de las cosas, cultivo quinua, monitoreo ambiental.

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) is an important crop and component in the diet of the high Andean peoples. The internet of things, is a technology that supports the development of agriculture, with the use of sensors the values found are recorded information that serves for decision making. The objective of this work is to implement an IoT system for monitoring environmental variables of a quinoa crop located in the department of Puno 2023. The Shapiro-Wilk normality test was used to evaluate the distribution of the results in the three indicators: number of monitoring, average monitoring time and number of reports. Significance values for all three indicators were less than 0.05, indicating a non-normal distribution. Therefore, the Wilcoxon statistical test was applied to obtain the results. It can be affirmed that the implementation of the environmental variable monitoring system had positive effects on the number of monitoring, the average monitoring time and the number of reports. The average number of monitoring increased to 15.2, while the average monitoring time was reduced by 1 day. In addition, the number of reports increased by 3.3.

Keywords: Internet of things, quinoa crop, environmental monitoring.

I. INTRODUCCIÓN

El monitoreo del medio ambiente según (Li 2021), es el uso de la química, la física, la biología, la medicina, la teledetección, la informática y otros medios científicos y tecnológicos modernos para vigilar, determinar, controlar y reflejar la calidad del medio ambiente y su tendencia cambiante de varios indicadores de datos, con el fin de hacer una evaluación completa de la calidad del medio ambiente. La vigilancia del medio ambiente incluye la vigilancia de los contaminantes químicos y la vigilancia de los factores físicos como el ruido, la vibración, el calor, la radiación electromagnética y la radiactividad.

El Internet de las Cosas (IoT) según (Kour et al. 2022), puede definirse como la red de "cosas" que recopilan, guardan y analizan datos. Los sensores son la columna vertebral de las redes IoT. Los sensores pueden definirse como pequeños dispositivos basados en principios físicos de origen que detectan cualquier evento, convierten el estímulo recibido y transmiten un impulso resultante. Los sensores forman una parte integral de todas las aplicaciones de IoT, incluida la agricultura de precisión. El uso de sensores en la agricultura inteligente se ve en una capa física que incluye áreas como granjas, hidroponía, invernaderos, manejo de ganado, riego inteligente, transporte, vehículos aéreos, etc. Usando IoT, los datos recopilados por los sensores se envían de forma inalámbrica al servidor de la nube, al que se puede acceder desde en cualquier lugar utilizando un dispositivo habilitado para Internet.

En el contexto internacional, según (Chamara et al. 2022), el monitoreo automatizado, continuo suelo-planta-atmósfera a una alta resolución espaciotemporal es clave para transformar la toma de decisiones basada en la experiencia y que requiere mucha mano de obra en un enfoque automático basado en datos en la producción agrícola. Los productores podrían tomar mejores decisiones de gestión al aprovechar los datos de campo en tiempo real, mientras que los investigadores podrían utilizar estos datos para responder preguntas científicas clave. Tradicionalmente, la recopilación de datos en campos agrícolas, que depende en gran medida del trabajo humano, solo puede generar un número limitado de puntos de datos con baja resolución y precisión.

Durante las últimas dos décadas, el monitoreo de cultivos ha evolucionado drásticamente con el avance de las modernas tecnologías de detección. Lo más importante, la introducción de IoT (Internet de las cosas) en los cultivos, ha transformado el monitoreo de cultivos en un trabajo cuantitativo y basado en datos de una tarea cualitativa y basada en la experiencia.

En el contexto nacional, según (Quispe Moya 2020), En la actualidad, el potencial de producción y exportación de quinua de nuestro país es ampliamente reconocido, destacándose especialmente la región sur del Perú como la principal generadora de este cultivo cada año. Sin embargo, para evitar pérdidas en la cosecha, es esencial realizar un monitoreo personalizado durante todo el proceso.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), según (Rodríguez Gómez et al. 2021), perteneciente a la familia *Chenopodiaceae*, es un pseudocereal cultivado tradicionalmente en la región andina que produce semillas que pueden ser molidas en harina y utilizadas como cultivo de cereal.

En los últimos años se ha tenido un incremento de la demanda de quinua, se siguen presentando algunos problemas (**problemas específicos**) como son: ¿Cómo influye el sistema IoT en el incremento en el número de monitoreos de variables ambientales?; ¿Cómo influye el sistema IoT en la disminución del tiempo promedio del monitoreo de variables ambientales?; ¿Cómo influye el sistema IoT en el incremento del número de reportes de monitoreo de variables ambientales?

Seguidamente, se **formula el problema general**: ¿de qué manera el Sistema IoT influye en el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023?

Asimismo. Se presenta la **justificación de la investigación**: *Conveniencia*, con este trabajo de investigación nos permitirá monitorear las condiciones ambientales de la producción de la quinua; *Relevancia social*, este trabajo de investigación beneficiará a los productores de quinua del Perú y consumidores (Clientes); *Utilidad metodológica*, concierne para las futuras investigaciones de modelos predictivos de las variables ambientales; *Implicancias prácticas*, permite solucionar la problemática del monitoreo ambiental; *Valor teórico*, ayuda a mejor

las teorías basadas en modelo predictivo y monitoreo de variables ambientales de la quinua.

En el presente trabajo de investigación, se **formularon los siguientes objetivos:** *General:* Implementar un sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua, Puno 2023; *Específico:* Incrementar el número de monitoreos de variables ambientales; Disminuir el tiempo promedio de monitoreos de variables ambientales; Incrementar el número de reportes de monitoreo variables ambientales.

Finalmente, este trabajo de investigación **formula la siguiente hipótesis general:** “El Sistema IoT mejorara el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023”.

II. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación, nos hemos referido a diversas investigaciones predecesoras, que pueden encontrarse en publicaciones científicas y trabajos de investigación. Estas fuentes nos han proporcionado información sobre investigaciones realizadas en el pasado.

(Phellan et al. 2018), propone un método de monitorización electrónica de las variables físicas del bulbo húmedo de la planta, con el fin de dosificar adecuadamente el volumen de agua necesario para los sistemas de riego por goteo. El método tiene la capacidad de condicionarse a la necesidad de la planta, con el fin de mantener un nivel óptimo de humedad en el campo de cultivo, tal como se lograría en un laboratorio. El seguimiento se realiza sobre el porcentaje de humedad y la conductividad eléctrica del suelo. Para ello, se utilizan sensores debidamente calibrados en los rangos de funcionamiento del 10 al 30% para la humedad y de 1,2 a 1,7 ds/m para la conductividad eléctrica. El equipo electrónico desarrollado para la aplicación del método utiliza 3 sensores de humedad colocados a diferentes profundidades y 1 sensor de conductividad eléctrica para controlar la salinidad. A partir de la información enviada por estos sensores en tiempo real, se ajustan los tiempos de activación de la electroválvula que compone el sistema de riego por goteo.

(Wongchai et al. 2022), en su artículo Farm monitoring and disease prediction by classification based on deep learning architectures in sustainable agricultura, indica que la agricultura es necesaria para la supervivencia de todas las actividades humanas. La sobrepoblación y la competitividad de los recursos son desafíos importantes que amenazan la seguridad alimentaria del planeta. La agricultura inteligente, así como los avances en agricultura de precisión, brindan herramientas críticas para abordar las preocupaciones de sostenibilidad agrícola y abordar la complejidad cada vez mayor de las dificultades en los sistemas de producción agrícola. Esta investigación propuso una técnica novedosa en el monitoreo de fincas agrícolas y la predicción de enfermedades de cultivos utilizando arquitecturas de aprendizaje profundo. Aquí, los datos monitoreados se recopilaron en función del módulo IoT junto con los datos históricos de los datos de imagen de la granja de cultivo. Estos datos se han procesado para eliminar el ruido y cambiar el tamaño de la imagen. Las características de los

datos procesados se extrajeron mediante el aprendizaje convolucional basado en la capa de atención profunda (DAL_CL) en el que se extrajeron las características de los datos. Estos datos extraídos se han clasificado utilizando una arquitectura recursiva basada en redes neuronales (RNN). El sistema sugerido puede usar la categorización de datos y el aprendizaje profundo para explotar los datos obtenidos y anticipar cuándo una planta contraerá (o no) una enfermedad con un alto grado de precisión, con el objetivo final de hacer que la agricultura sea más sostenible. Los resultados experimentales muestran la precisión de 96 %, precisión del 89 %, especificidad del 89 %, puntaje F-1 del 75 % y AUC del 66 %.

(Saqib, Almohamad y Mehmood 2020), en su artículo A Low-Cost Information Monitoring System for Smart Farming Applications, Se propone una solución de bajo costo, baja potencia y baja velocidad de datos para cumplir con los requisitos de monitoreo de información para granjas agrícolas reales a gran escala. Una granja a pequeña escala se puede administrar fácilmente. Por el contrario, una granja grande requerirá equipos de automatización que contribuyan a la producción de cultivos. La medición de las propiedades del suelo basada en sensores juega un papel integral en el diseño de una granja agrícola totalmente automatizada, y también proporciona resultados más satisfactorios que cualquier método manual. Las soluciones de monitoreo de información existentes son ineficientes en términos de costos de implementación más altos y rango de comunicación limitado para adaptarse a las necesidades de las granjas agrícolas a gran escala. Se propone un módulo de comunicación basado en serie de bajo consumo, largo alcance y bajo costo para enfrentar los desafíos de monitorear información a largas distancias. En el sistema propuesto, se implementa un mecanismo de comunicación basado en árboles para ampliar el rango de comunicación mediante la adición de nodos intermedios. Cada nodo sensor consta de un panel solar, una celda recargable, un microcontrolador, un sensor de humedad y una unidad de comunicación. Cada nodo es capaz de funcionar como un nodo sensor y un nodo de enrutador para el tráfico de red. Los registros de datos minimizados del nodo central se envían diariamente a la nube para futuros análisis. Después de realizar un experimento detallado a vista abierta, la distancia de comunicación midió 250 m entre dos puntos y aumentó a

750 m al agregar dos nodos intermedios. La corriente de trabajo mínima de cada nodo era de 2 mA y la tasa de pérdida de paquetes era de aproximadamente 2 a 5 % en diferentes tamaños de paquetes de toda la red.

(Idbella et al. 2020), en su artículo *AgriLogger: A New Wireless Sensor for Monitoring Agrometeorological Data in Areas Lacking Communication Networks*. Indica que el uso de tecnologías inalámbricas en el campo de la agricultura, o agricultura inteligente o de precisión, se considera como uno de los principales esfuerzos aplicados en la actualidad para multiplicar la producción de alimentos en la tierra. Sin embargo, la tecnología de red de sensores inalámbricos (WSN) aún se encuentra en su etapa inicial de desarrollo y su aplicación en la agricultura y la industria alimentaria aún es rara debido a la falta de concienciación y divulgación de los agricultores sobre el tema. Este artículo presenta un nuevo agro-sensor llamado *AgriLogger* con el objetivo de recopilar, almacenar durante largos períodos y transmitir datos agrometeorológicos representados por la temperatura y la humedad relativa en áreas remotas de difícil acceso y que no cuentan con redes de telecomunicaciones. El sensor presenta una batería de larga duración, del orden de 10 años, gracias a las tecnologías de bajo consumo y al enfoque de reposo/activación del hardware. Se puede colocar de forma remota en sitios preseleccionados a través de un dron personalizado. Este último, equipado con una carga útil dedicada, puede regresar a los sitios donde se colocaron los sensores y, mientras se cierne, activa los dispositivos individuales y carga los datos recopilados a través de la red inalámbrica local. Las pruebas de campo han demostrado que el sensor, después de colocarse manualmente en dos posiciones diferentes, dentro y fuera del dosel de un viñedo, puede recopilar y almacenar con éxito datos agrometeorológicos como la temperatura y la humedad relativa. Además, el uso de un dron permite potencialmente la recopilación de datos de áreas remotas y, por lo tanto, puede proporcionar un monitoreo periódico de las condiciones agroecológicas. Luego puede regresar a los sitios donde se colocaron los sensores y, mientras se desplaza, activa los dispositivos individuales y carga los datos recopilados a través de la red inalámbrica local. Las pruebas de campo han demostrado que el sensor, después de colocarse manualmente en dos posiciones diferentes, dentro y fuera del dosel de un viñedo, puede recopilar y almacenar con éxito

datos agrometeorológicos como la temperatura y la humedad relativa. Además, el uso de un dron permite potencialmente la recopilación de datos de áreas remotas y, por lo tanto, puede proporcionar un monitoreo periódico de las condiciones agroecológicas. luego puede regresar a los sitios donde se colocaron los sensores y, mientras se desplaza, activa los dispositivos individuales y carga los datos recopilados a través de la red inalámbrica local. Las pruebas de campo han demostrado que el sensor, después de colocarse manualmente en dos posiciones diferentes, dentro y fuera del dosel de un viñedo, puede recopilar y almacenar con éxito datos agrometeorológicos como la temperatura y la humedad relativa. Además, el uso de un dron permite potencialmente la recopilación de datos de áreas remotas y, por lo tanto, puede proporcionar un monitoreo periódico de las condiciones agroecológicas. dentro y fuera del dosel de un viñedo, es capaz de recopilar y almacenar con éxito datos agrometeorológicos como la temperatura y la humedad relativa. Además, el uso de un dron permite potencialmente la recopilación de datos de áreas remotas y, por lo tanto, puede proporcionar un monitoreo periódico de las condiciones agroecológicas. dentro y fuera del dosel de un viñedo, es capaz de recopilar y almacenar con éxito datos agrometeorológicos como la temperatura y la humedad relativa. Además, el uso de un dron permite potencialmente la recopilación de datos de áreas remotas y, por lo tanto, puede proporcionar un monitoreo periódico de las condiciones agroecológicas.

(Navarro, Costa y Pereira 2020), en su artículo *A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming*. Indica que El aumento de la población mundial está generando una mayor demanda de producción de alimentos, mientras que la disminución de la mano de obra en las áreas rurales y el aumento de los costos de producción son desafíos que enfrenta la producción de alimentos en la actualidad. La agricultura inteligente, que utiliza tecnologías como Internet de las cosas (IoT), puede ser una solución para superar estos desafíos en la gestión agrícola y en la producción de alimentos. Este trabajo utiliza la metodología de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas (PRISMA) para revisar sistemáticamente la literatura existente sobre agricultura inteligente con IoT. La revisión tiene como objetivo identificar los principales dispositivos, plataformas, protocolos de red, tecnologías de procesamiento de datos y la

aplicabilidad de la agricultura inteligente con IoT a la agricultura. La revisión muestra una evolución en la forma en que se procesan los datos en los últimos años. Los enfoques tradicionales utilizan principalmente los datos de forma reactiva. En enfoques más recientes, sin embargo,

(Rodríguez Gómez et al. 2021), en su artículo *Nutritional characterization of six quinoa (Chenopodium quinoa Willd) varieties cultivated in Southern Europe*. Se determinó la composición proximal, de minerales y azúcares, el perfil de aminoácidos y ácidos grasos y el contenido de saponinas en seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) (Pasto, Atlas, Marisma, Jessie, Roja, Pot-4). El objetivo de este estudio fue proporcionar una caracterización detallada de la composición nutricional de estas variedades cultivadas en el sur de Europa. Además, se analizó el contenido de saponina como compuesto antinutricional. Los resultados muestran valores nutricionales en consonancia con los reportados para la quinua debido al alto contenido y calidad de proteínas entre 15.6–18.7 % con un amplio espectro de aminoácidos, rico en arginina y lisina, y ácidos grasos insaturados (aproximadamente 85 %) principalmente linoleico (18 :2 *n* -6, Ω 6) (58–61 %), ácido oleico (18:1 *n*-9) (18–20 %) y ácido α -linolénico (18:3 *n* -3, Ω 3) (6–8 %). La composición mineral mostró altos contenidos principalmente de potasio, fósforo y magnesio (908–1323, 516.2–582.9 y 182–232 mg 100 g⁻¹ dw respectivamente). El azúcar principal fue la sacarosa (ca. 1,5 %), con bajo contenido de fructosa y glucosa. Todas las variedades presentaron contenidos bajos de saponinas (\leq 0.9 %). Los resultados indican que, en las condiciones agroambientales del sur de Europa, las variedades estudiadas tienen valores nutricionales de acuerdo con los rasgos de composición informados para la quinua.

Del mismo modo, es esencial investigar una variedad de bases teóricas para tener una mejor comprensión del área de investigación sugerida:

Internet de las Cosas: El Internet de los objetos (IoT) es una infraestructura mundial para la sociedad de la información que permite mejorar los servicios al unir objetos (tanto físicos como virtuales) con tecnologías de la información y la comunicación que ya están en uso y siguen desarrollando su interoperabilidad (Kiran 2019).

Los dispositivos IoT generalmente obtienen más detalles y datos sobre las aplicaciones y los consumidores en comparación con el resto de la industria, y para 2020 los dispositivos IoT alcanzarán alrededor de 31 mil millones en todo el mundo. Hoy, consideramos que los dispositivos IoT son la principal funcionalidad de monitoreo y seguimiento. Simplemente podemos suponer que se ampliará al máximo de acuerdo con las tendencias de la tecnología IoT. IoT normalmente recopila o recopila tantos datos, y la IA recopila la información esencial. Pronto veremos los sistemas IoT funcionando por comportamiento y permitiremos que los técnicos hagan recomendaciones informativas (Kaur, Tomar y Tanque 2021).

Sensores: Los sensores juegan un papel importante en los sistemas IoT porque sirven como convertidores entre las señales del mundo real y sus representaciones digitales. La selección adecuada de sensores para una aplicación es esencial para los desarrolladores de sistemas IoT, así como para que los usuarios utilicen los sensores de la mejor manera. El avance de las tecnologías de sensores tiene un gran impacto en la popularidad de IoT. El bajo consumo de energía, la compatibilidad en la transmisión de datos entre el microcontrolador y el sensor, la precisión, la repetibilidad, la sensibilidad y la robustez son consideraciones importantes para seleccionar un sensor para el desarrollo del sistema IoT (Chamara et al. 2022).

Del mismo modo, es fundamental evaluar el **enfoque conceptual** para comprender el tema de la investigación, y este método se desglosa en las siguientes categorías:

Agricultura de precisión: La agricultura de precisión se basa en la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la gestión de una parcela. Su objetivo es modular las prácticas agrícolas de acuerdo con la variabilidad intraparcularia (textura del suelo, valor de la pendiente, cobertura vegetal, etc.) para controlar correctamente el proceso de producción agrícola y optimizar las intervenciones agrícolas. A medida que crece la población mundial, el desafío actual es mejorar la calidad y cantidad de los productos agroalimentarios respetando la salud humana y el medio ambiente. La agricultura de precisión, por lo tanto, aborda las necesidades de los agricultores como un sistema agrícola integrado centrado en la información y la producción.

La agricultura de precisión aborda las necesidades de los agricultores como un sistema agrícola integrado basado en la información y la producción.

En cuanto a la **metodología**, se conceptualizará 3 metodologías para el presente trabajo de investigación, se eligió TpM-Pro

Engineering Resilient Collaborative Edge-enabled IoT: Esboza un proceso para crear sólidos sistemas de ingeniería colaborativa, centrado en la creación de componentes flexibles y multiplataforma. Juntas, estas herramientas pueden hacer mucho. En el contexto de una solución de Internet de las Cosas (IoT), se refiere a un proceso concreto para crear y desplegar elementos que puedan funcionar más cerca del borde, o de la ubicación real del problema.

La idea fundamental es que hay ciertos problemas y áreas de conocimiento que son bien definidos y comprendidos, y que pueden servir como marcos de referencia para reutilizar y reciclar soluciones e implementaciones previas. La Computación Agregada se propone como implementación tecnológica porque es un paradigma de programación formal que puede capturar el comportamiento adaptativo de los colectivos de agentes.

A partir de este esfuerzo, podemos inferir algunas definiciones necesarias de conceptos fundamentales:

- Entorno: El "entorno" de la solución se refiere al ámbito en el que se utilizará.
- Problemas: para resolver un problema, primero hay que identificar los obstáculos que presenta.
- Actores: Humanos, sensores, actuadores y robots son ejemplos de actores que pueden desempeñar un papel en la solución IoT.
- Coordinadores: estructura con mayor potencia informática que gestiona y coordina a los actores de la periferia.

Las características de interoperabilidad de este SDM no quedan claras. Aunque el modelo esboza las relaciones adecuadas entre los componentes, no se aportan soluciones de interoperabilidad. En cuanto a la autonomía, el método empleado establece que los dispositivos de la Internet de las Cosas (IoT) (re)actúan de forma independiente a los estímulos, utilizando enfoques orientados a los datos, como el aprendizaje automático, la inteligencia artificial,

etc., y mecanismos de coordinación (consenso). Una estrategia de macroprogramación para organizar los dispositivos en agrupaciones basadas en sus conexiones espaciales (como los objetos de una habitación inteligente) permite una mayor escalabilidad. Para abordar esta abstracción de escala, utilizamos operadores espaciales y componentes de middleware que proporcionan ámbitos lógicos y permiten sistemas IoT con pocos o muchos nodos (escalabilidad horizontal). En cuanto al criterio de inteligencia, el enfoque lo cubre con sugerencias como el análisis predictivo y la optimización de recursos, así como métodos de aprendizaje profundo y refuerzo para detectar tendencias y valores atípicos (Casadei et al. 2019).

Metodología Ignite-IoT: La metodología Ignite [34] tuvo sus orígenes en la industria y está documentada a través de un libro que define el método y proporciona información sobre proyectos empresariales. Ignite pretende ofrecer las mejores prácticas de IoT en forma de una metodología independiente de la tecnología, reutilizable y de código abierto. Aspira a apoyar el diseño, la configuración y la gestión de proyectos de IoT proporcionando plantillas de proyectos, listas de comprobación y esquemas de arquitectura de soluciones.

Ignite, sin embargo, no proporciona detalles técnicos sobre cómo desarrollar y probar el software. La metodología se divide en dos fases.

En la Fase A se esboza la estrategia, se identifica la oportunidad de negocio y se define la gestión.

La fase B comprende la entrega de la solución IoT. En esta fase se analizan la solución IoT individual y los proyectos relacionados. Esta fase se subdivide como sigue

(1) Ciclo de vida de la solución - Comprende la planificación, construcción, prueba y puesta en servicio de la solución IoT:

(a) Diseño inicial: basado en los elementos definidos en diseños anteriores contenidos en los Bloques de Construcción Genéricos.

(b) Flujos de trabajo: define los flujos que se implementarán en el proyecto. Se proporciona una lista de comprobación para cada flujo de trabajo, así como una lista de dependencias comunes entre los flujos de trabajo.

(2) Building Blocks genéricos: repositorio con modelos reutilizables de proyectos de éxito, entre los que se incluyen:

(a) Dimensiones del proyecto: precursor de los requisitos formales del proyecto. Se utiliza para la evaluación de proyectos, comparaciones entre proyectos y arquitecturas, selección de tecnologías, etc.

(b) Esquemas arquitectónicos: se basa en arquitecturas existentes, añade nuevas perspectivas necesarias para el diseño y proporciona una superestructura para integrar las distintas perspectivas necesarias.

(c) Perfiles tecnológicos: identifica y describe tecnologías para proyectos de IO. Utiliza las perspectivas de la arquitectura de la IO para describir dónde encajan las diferentes tecnologías.

(3) Base de datos de proyectos: un repositorio de proyectos de referencia analizados para extraer las mejores prácticas para las perspectivas Building Blocks y Solution Life-cycle.

Ignite permite la interoperabilidad de diferentes plataformas. Los objetos definidos y escritos en Ignite por una plataforma pueden ser leídos y utilizados por otra (Slama et al. 2022).

Metodología de tres fases para el desarrollo de proyectos (TpM-Pro): Para que sean aplicables al desarrollo de soluciones IoT, los métodos deben adaptarse a las características de la situación de desarrollo o proyecto. Este enfoque se denomina comúnmente ingeniería de métodos situacionales.

Para el desarrollo del TpM-Pro, se empleó el enfoque de Composición de Método Situacional. La idea fundamental detrás de este método es la selección y orquestación de fragmentos de artefactos con respecto a las especificidades del desarrollo de una clase de proyectos. Este proceso de composición de la metodología tiene como objetivo combinar varios niveles para establecer nuevos resultados de construcción. Este enfoque de la ingeniería de métodos es ampliamente utilizado y discutido en la literatura.

La Composición del Método Situacional sigue tres pasos para crear una metodología:

- (1) Identificar características situacionales: estas características pueden ser utilizadas para identificar tipos de proyectos a desarrollar con la metodología, así como artefactos y fragmentos de artefactos.
- (2) Desglose de artefactos genéricos en fragmentos de artefactos: para elaborar la metodología, los artefactos genéricos deben dividirse en fragmentos de artefactos. Además, es necesario identificar los fragmentos de artefactos y sus interrelaciones.
- (3) Ensamblar los fragmentos de artefactos en una metodología: la composición real de una metodología ocurre al elegir y orquestar fragmentos de artefactos de acuerdo con principios de construcción o composición bien definidos, para adaptarse a las características de los proyectos que se desarrollarán con la metodología.

En el TpM-Pro, el paso 1 está representado por proyectos de IoT, ya que estos tienen características específicas, es decir, heterogeneidad de tecnologías y técnicas, y la necesidad de integración de hardware/firmware/software. Los artefactos en el TpM-Pro se definen como las tres fases que componen la metodología.

En el paso 2, las fases (artefactos) se dividen en fragmentos de artefactos. Estos fragmentos están representados por la información sobre el negocio y el modelo de referencia IoT-OSRM. También se definen las relaciones entre estos fragmentos.

En el paso 3, sucede la organización de la metodología. Allí se definen los flujos, actores y productos generados por TpM-Pro.

Por lo tanto, el TpM-Pro se basa en un método de ingeniería bien definido y consolidado.

Es importante resaltar que el TpM-Pro es una metodología iterativa e incremental. Hay un ciclo que puede repetirse hasta que se encuentre una solución adecuada. Esta función hace que TpM-Pro sea flexible, ya que se puede utilizar durante la vida útil de la solución, desde la entrega hasta las actualizaciones y mejoras.

Por lo tanto, las tres fases que constituyen el TpM-Pro son suficientes para cumplir con todas las etapas de creación y desarrollo de una solución IoT.

Esto hace que la metodología sea simple, sistemática y estructurada, lo que la convierte en una importante contribución al IoT.

Se ha desarrollado, validado y probado un sistema para ayudar en la documentación de proyectos de IoT según TpM-Pro. Pretende ser una guía en la que los equipos de desarrollo puedan aplicar de forma colaborativa el TpM-Pro, documentando y organizando el proyecto. Además, el sistema también tiene como objetivo conectar el TpM-Pro utilizando la comunidad. Allí, profesionales, académicos y otras personas interesadas en IoT pueden intercambiar experiencias y conocimientos (Ferreira et al. 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

- Tipo de investigación
Aplicada.
- Diseño de Investigación
Preexperimental.

3.2 Variables y operacionalización

- Variables
- Independiente: Sistema IoT

“Definición conceptual: la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) desempeña un papel crucial como medio para permitir un seguimiento y una gestión constantes. Una de las mejores cosas de los sistemas IoT es su capacidad para proporcionar datos cuantitativos en tiempo (casi) real y con gran resolución espaciotemporal. Debido a la escala, velocidad y variedad de los datos que producen, los IoT se clasifican como sistemas de big data. Chamara et al. (2022).
- Definición operacional

Se puede medir variables ambientales como la temperatura y radiación ultra violeta de los cultivos de quinua con sensores de IoT, y poder apoyar en la mejora de la producción de los cultivos de quinua.
- Dependiente: Monitoreo de Variables Ambientales

Definición conceptual: “el monitoreo de variables ambientales se refiere a la gestión y regulación de los factores ambientales que afectan a un determinado lugar o área geográfica. Esto puede incluir la gestión de la calidad del aire, del agua y del suelo, así como el control de la emisión de contaminantes, la gestión de residuos y la protección de la biodiversidad y los ecosistemas” (Rojas y Parra 2003).

- Definición operacional

Es factible registrar las variables ambientales de control, tales como la temperatura, y posteriormente examinar los datos obtenidos.

- Operacionalización

La variable que se utiliza en el estudio para llevar a cabo la operacionalización se encuentra de manera precisa en la matriz de operacionalización (ver Anexo 2).

3.3 Población, muestra y muestreo

- Población

- Población:

Los registros de temperatura y humedad durante la semana son los que definen la población 1.

$$N_1 = \frac{25 \text{ registros}}{\text{dia}} \times \frac{7 \text{ dias}}{\text{semana}} = 175 \text{ registros por semana}$$

$$N_1 = 175 \text{ registros por semana}$$

- Muestra

- Muestra:

La muestra 1 está conformada por los elementos de la población 1, ya que esta última supera los 30 individuos.

$$N_1 = 175 \text{ registros a la semana}$$

- Muestreo

De tipo no probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Técnica
 - Observación.
 - Encuesta
- Instrumentos
 - Ficha de datos (Análisis documental).
 - Cuestionario (Encuesta).

3.5 Procedimientos

A continuación, se describe el enfoque que se empleará para lograr los objetivos específicos de la investigación:

- Oe1: Incrementar el número de monitoreos de variables ambientales.

Debemos aumentar la cantidad de veces que se realiza la medición de diferentes factores ambientales en una determinada área geográfica. Estas mediciones pueden incluir la observación de la calidad del aire, la temperatura, la humedad, los niveles de ruido, la cantidad de lluvia y otros factores que puedan influir en el medio ambiente y la salud humana.

Este enfoque puede ser utilizado en distintos contextos, como en la industria, en las ciudades, en las zonas rurales, en los parques naturales y en otros lugares donde se necesite monitorear el ambiente. El objetivo de incrementar el número de monitoreos de variables ambientales es obtener una visión más precisa y completa de la situación ambiental en una determinada zona, esto posibilitará que las autoridades y los encargados de tomar decisiones elaboren políticas y medidas más eficaces en términos de protección del medio ambiente y la salud humana.

- Oe2: Disminuir el tiempo promedio de monitoreos de variables ambientales.

se refiere a reducir el intervalo de tiempo entre las mediciones de diferentes factores ambientales en una determinada área geográfica. Estas mediciones pueden incluir la observación de la calidad del aire, la temperatura, la humedad, los niveles de ruido, la cantidad de lluvia y otros factores que puedan influir en el medio ambiente y la salud humana.

Este enfoque puede ser utilizado en distintos contextos, como en la industria, en las ciudades, en las zonas rurales, en los parques naturales y en otros lugares donde se necesite monitorear el ambiente. El objetivo de disminuir el tiempo promedio de monitoreos de variables ambientales es obtener una visión más precisa y actualizada de la situación ambiental en una determinada zona, lo que permitirá a las autoridades y a los responsables de la toma de decisiones diseñar políticas y medidas más efectivas para la protección del medio ambiente y la salud humana.

La disminución del tiempo promedio de monitoreos de variables ambientales también puede ayudar a detectar problemas ambientales en una fase temprana, lo que permitiría una respuesta más rápida y efectiva. Por ejemplo, si la calidad del aire empeora repentinamente, una disminución en el tiempo promedio de monitoreo podría permitir la detección temprana de la fuente del problema, lo que permitiría a las autoridades tomar medidas para abordarlo antes de que cause daños significativos.

- Oe3: Incrementar el número de reportes de monitoreo de variables ambientales.

se refiere a aumentar la cantidad de informes que se generan a partir de los datos obtenidos en los monitoreos de diferentes factores ambientales en una determinada

área geográfica. Estos informes pueden incluir información sobre la calidad del aire, la temperatura, la humedad, los niveles de ruido, la cantidad de lluvia y otros factores que puedan influir en el medio ambiente y la salud humana.

Este enfoque puede ser utilizado en distintos contextos, como en la industria, en las ciudades, en las zonas rurales, en los parques naturales y en otros lugares donde se necesite monitorear el ambiente. El objetivo de incrementar el número de reportes de monitoreo de variables ambientales es tener una visión más precisa y completa de la situación ambiental en una determinada zona, esto posibilitará que las autoridades y los encargados de tomar decisiones elaboren políticas y medidas más eficaces en términos de protección del medio ambiente y la salud humana.

Además, el incremento del número de reportes de monitoreo de variables ambientales también puede mejorar la transparencia y la rendición de cuentas. Al tener más informes disponibles, se puede proporcionar a la sociedad y a los ciudadanos información más precisa y actualizada acerca del estado actual del medio ambiente y las acciones que se están implementando para preservarlo.

3.6 Método de análisis de datos

Tanto el enfoque descriptivo como el inferencial serán utilizados en el método de análisis y procesamiento de datos.

Estadística descriptiva: La disciplina estadística cuenta con un componente llamado análisis de datos, que consiste en la recolección, organización, presentación, análisis e interpretación de un conjunto de datos que involucran una o varias variables de interés para el investigador. Se trata de un proceso científico que implica la recolección, organización, presentación, análisis e interpretación de datos con el fin de describir de manera clara

y concisa las características esenciales de dichos datos mediante el uso de métodos gráficos, tabulares, numéricos, entre otros. También se conoce como ciencia de la información estadística. (Matos Uribe, Contreras Contreras y Olaya Guerrero 2020).

Estadística inferencial: Para esta parte del proceso estadístico se utiliza una muestra aleatoria, que se encarga de llegar a conclusiones sobre el comportamiento de una variable de interés especificada dentro de la población objeto de la investigación. Es decir, se generalizan los resultados de dicha variable en la población a partir de los resultados obtenidos al procesar los datos de una muestra, con el conocimiento de que existe un cierto riesgo involucrado, que puede ser evaluado utilizando la teoría de la probabilidad. El campo de la estadística inferencial ofrece estrategias y técnicas para realizar análisis de datos (Matos Uribe, Contreras Contreras y Olaya Guerrero 2020).

3.7 Aspectos éticos

Este trabajo de investigación defiende la precisión de los resultados obtenidos a partir de la información suministrada por la División de Gestión de Servicios, así como la confidencialidad de los datos proporcionados. Los autores del presente estudio hacen valer sus derechos de propiedad intelectual.

Código de ética de UCV: la universidad Cesar Vallejos está ligada a un código de ética con RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0126-2017/UCV

Sistema TURNITIN: es un sistema de software diseñado para ayudar a los profesores y educadores a detectar el plagio en los trabajos académicos. Es una herramienta en línea que se utiliza para comparar el texto de un trabajo con una base de datos en línea que contiene una gran cantidad de contenido académico previamente publicado, así como contenido

disponible en línea. El sistema utiliza tecnología de detección de similitudes para comparar el texto del trabajo presentado con el contenido de la base de datos. Si se detecta alguna similitud entre el trabajo del estudiante y otro contenido, el sistema genera un informe que identifica las partes del trabajo que coinciden con el contenido de la base de datos. Los profesores pueden utilizar el informe generado por Turnitin para determinar si el trabajo del estudiante contiene plagio y para tomar medidas apropiadas en consecuencia. Turnitin se utiliza comúnmente en instituciones educativas de todo el mundo para promover la integridad académica y evitar el plagio.

Sistema de Norma ISO-690: La norma ISO-690 es un estándar internacional para la presentación de referencias bibliográficas en documentos académicos y científicos. La norma establece las reglas y pautas para la creación de citas y referencias bibliográficas precisas y consistentes. La norma ISO-690 abarca varias áreas, incluyendo la forma de citar diferentes tipos de fuentes bibliográficas, como libros, artículos de revistas, tesis, informes técnicos, material audiovisual, entre otros. También establece reglas para la presentación de información bibliográfica como el título, autor, fecha de publicación, lugar de publicación y editor. La norma ISO-690 ayuda a garantizar la consistencia y precisión de las referencias bibliográficas, lo que facilita la localización de fuentes y la verificación de la información citada. Además, su uso puede mejorar la calidad y la credibilidad de los trabajos académicos y científicos. (Carrillo 2022).

IV. RESULTADOS

En el estudio que estamos llevando a cabo, se utilizó un Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023.

El **indicador 1** que es el **número de monitoreos**, se trabajó de la siguiente manera:

Análisis descriptivo

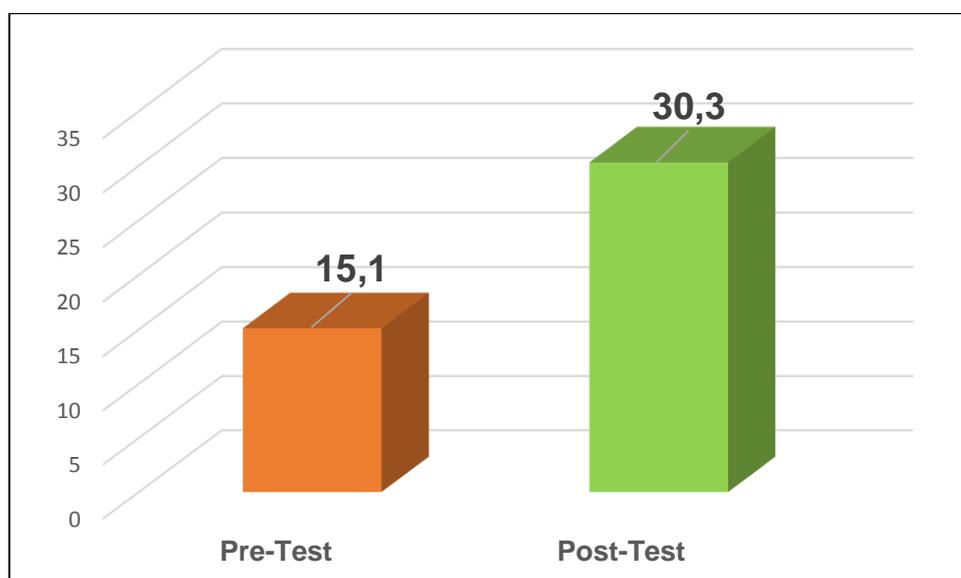
Fue necesario realizar la tarea de determinar el número promedio de monitoreos de variables ambientales del cultivo de quinua en dos fases separadas: la primera fase tuvo lugar antes del desarrollo del sistema de internet de las cosas (la pre-prueba), y la segunda fase tuvo lugar después del desarrollo del sistema de internet de las cosas (la post-prueba). En la Tabla 1 se presenta una comparación de las dos fases, a la que se puede acceder aquí.

Tabla 1 Indicador número de monitoreos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PRE TEST	25	0,00	30,82	15,124	8,7426
POST TEST	25	25,14	48,27	30,368	4,5425
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 1 Indicador número de monitoreo



Fuente: Elaborado por el autor

En la Tabla 1 se pueden encontrar los resultados del indicador de monitoreo, el cual presentó un valor promedio de 15,124 durante la fase de pre prueba. No obstante, tras la implementación del sistema de monitoreo de variables ambientales en la fase de post prueba, el valor promedio de este indicador aumentó significativamente hasta alcanzar 30,368, lo que representa una mejora de 15.2. Estos hallazgos se representan visualmente en un gráfico que muestra tanto la media como la diferencia del número de monitoreos.

Análisis inferencial

La tabla que sigue presenta la evaluación de normalidad del indicador número de monitoreo.

Tabla 2 Prueba de normalidad número de monitoreos

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	0.796	25	0.013

Elaborado por el autor

Se llevó a cabo el test de Shapiro-Wilk con el propósito de evaluar la normalidad de los datos. El resultado de este análisis indicó que el valor de significancia era menor a 0.05, lo que sugiere que los datos no se distribuyen normalmente. En consecuencia, se decidió aplicar el test no paramétrico de Wilcoxon con el fin de verificar la hipótesis.

Tabla 3 Hipótesis relacionada con el número de monitoreos

Indicador 1	Número de monitoreos
H1: El sistema IoT aumenta el número de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua	
Ho: El sistema IoT no aumenta el número de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua	

<p>Donde:</p> <p>NdMa = Número de monitoreos antes de la implementación del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales.</p> <p>NdMd = Número de monitoreos después de la implementación del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales.</p>
<p>Hipótesis Nula H_0: El sistema IoT no aumenta el número de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p> <p>$H_0: NdMd - NdMa \leq 0$</p>
<p>Hipótesis Alternativa H_a: El sistema IoT aumenta el número de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p> <p>$H_a: NdMd - NdMa > 0$</p>

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 4 prueba estadística de Wilcoxon número de monitoreos

	POST TEST - PRE TEST
Z	-2,743 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,005

Fuente: elaborado por el autor

Ya que el valor de significancia obtenido es menor a 0,05, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa propuesta por el investigador con un nivel de confianza del 95%. Además, el valor de Z obtenido fue de -2,743, lo que indica que es menor al nivel de confianza establecido en 1,93. Por lo tanto, se concluye que el sistema IoT de monitoreo de variables ambientales mejora significativamente el número de monitoreo de las variables ambientales en el cultivo de quinua en Puno, en el año 2023.

El **indicador 2** que es el **Tiempo promedio de monitoreos** se trabajó de la siguiente manera:

Análisis descriptivo

Se llevaron a cabo mediciones en dos etapas para calcular el tiempo promedio de monitoreo de variables ambientales en un cultivo de quinua: la primera se realizó antes de la implementación del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales (pre-test) y la segunda después de la implementación del sistema

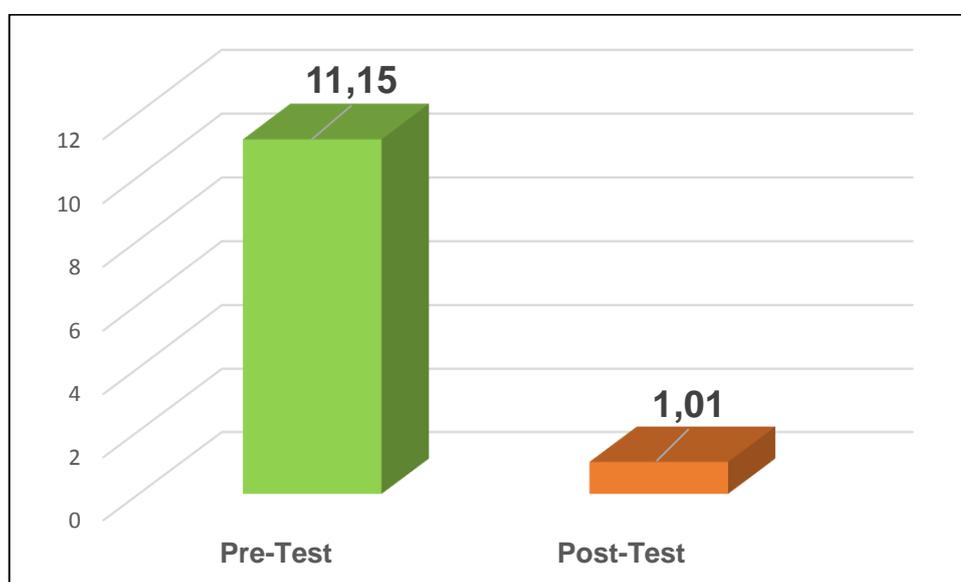
(post-test). A partir de estas mediciones se calculó la media. La Tabla 5 muestra una comparación de los resultados obtenidos en ambas etapas.

Tabla 5 indicador Tiempo promedio de monitoreos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PRE TEST	25	9.25	12,68	11,15	1,6251
POST TEST	25	1,01	1,21	1,01	0.0854
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 2 indicador tiempo promedio de monitoreo



Fuente: elaborado por el autor

La Tabla 5 presenta los resultados del indicador de tiempo promedio de monitoreo, el cual obtuvo una media de 11,15 en la etapa de pre-test, y una media de 1,01 después de la implementación del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales en la etapa de post-test. Esto representa una mejora de 10 unidades, como se muestra en el gráfico que acompaña la tabla y que ilustra la diferencia entre ambas etapas.

Análisis inferencial

A continuación se muestra en la tabla los resultados obtenidos en la prueba de normalidad realizada al indicador de tiempo promedio de monitoreo.

Tabla 6 Prueba de normalidad número de monitoreos

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	0,745	25	0,001

Fuente: Elaborado por el autor

Se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilk para el indicador de tiempo promedio de monitoreo, arrojando un valor de significancia por debajo de 0.05, lo que sugiere que los datos no siguen una distribución normal. Como resultado, se optó por utilizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para examinar la hipótesis planteada.

Tabla 7 Hipótesis para el tiempo promedio de monitoreos

Indicador 2	Tiempo promedio de monitoreo
<p>H1: El sistema IoT disminuye el tiempo promedio de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p> <p>Ho: El sistema IoT no disminuye el tiempo promedio del monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p>	
<p>Donde: TPdMa = Tiempo promedio de monitoreos antes de la puesta en marcha del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales. TPdMd = Tiempo promedio de monitoreos después la implementación del desarrollo del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales.</p>	
<p>Hipótesis Nula Ho: El sistema IoT no disminuye el tiempo promedio de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua. Ho: $TPdMd - TPdMa \leq 0$</p>	
<p>Hipótesis Alternativa Ha: El sistema IoT disminuye el tiempo promedio de monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua. Ha: $TPdMd - TPdMa > 0$</p>	

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 8 Estadístico de prueba Wilcoxon aplicado al indicador tiempo promedio de monitoreo

	POST TEST PRE-TEST
Z	-3,210 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaborado por el autor

La hipótesis alternativa del investigador es aceptada con un nivel de confianza del 95%, debido a que el valor de significancia es menor a 0.05, lo que conlleva a rechazar la hipótesis nula. Además, se puede observar que el valor Z es -3.210, que es menor que el valor crítico de 1.96 al nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se concluye que el sistema de monitoreo de variables ambientales disminuyó el tiempo promedio de monitoreo del cultivo de quinua ubicado en el departamento de Puno.

En el **indicador 3** que es el **número de reportes** se trabajó de la siguiente manera:

Análisis descriptivo

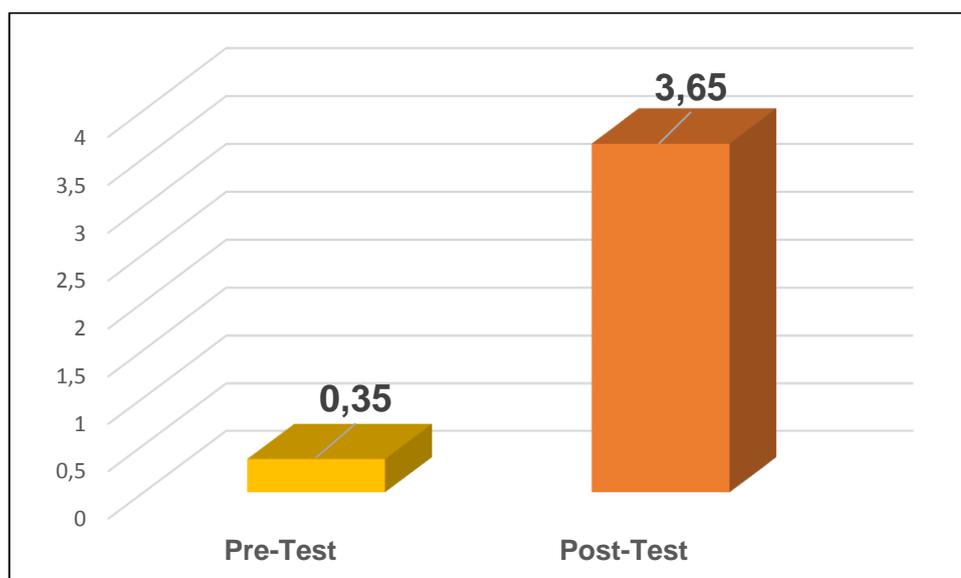
Para obtener la media del número de reportes del monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua, se realizaron mediciones en dos etapas: la primera antes de desarrollar el sistema IoT de monitoreo de variables ambientales (pre test) y la segunda después de su desarrollo en un cultivo de quinua ubicado en el departamento de Puno (post test). La Tabla 9 muestra una comparación entre ambas mediciones.

Tabla 9 Estadístico comparativo para el indicador 3

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PRE TEST	25	0,00	0,10	0,35	0,474
POST TEST	25	3,00	3,00	3,65	0,00
N válido (por lista)	25				

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 3 indicador número de reportes



Fuente: elaborado por el autor

La Tabla 9 presenta una comparación entre los resultados obtenidos en dos momentos distintos para el indicador número de reportes del monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua. En el pre test, la media de este indicador fue de 0,35, mientras que en el post test, después de implementar el sistema IoT de monitoreo de variables ambientales, la media se incrementó a 3.65 Esta diferencia de 3,3 en la media indica una mejora en el número de reportes. La información de la tabla también es representada gráficamente para una mejor visualización de la media y la diferencia del indicador mencionado.

Análisis inferencial

Los datos obtenidos para el indicador del número de monitoreo fueron sometidos a una prueba de normalidad cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 10 Prueba de normalidad número de monitoreo

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	0,617	25	0,000

Fuente: Elaborado por el autor

La prueba de normalidad del indicador número de reportes se realizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, que arrojó una significancia inferior a 0.05, lo que

indica que los datos no siguen una distribución normal. Por esta razón, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para validar la hipótesis.

Tabla 11 Hipótesis para el número de reportes

Indicador 3	Número de reportes
<p>H1: El sistema IoT incrementa el número de reportes del monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p> <p>Ho: La implementación del sistema IoT no tiene un efecto significativo en aumentar el número de reportes del monitoreo de variables ambientales en un cultivo de quinua, según los resultados de la investigación.</p>	
<p>Donde:</p> <p>NdRa = Número de reportes de monitoreo antes del desarrollo del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales.</p> <p>NdRd = Número de reportes de monitoreo después del desarrollo del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales.</p>	
<p>Hipótesis Nula Ho: El sistema IoT no incrementa el número de reportes del monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p> <p>Ho: $NdRd - NdRa \leq 0$</p>	
<p>Hipótesis Alternativa Ha: El sistema IoT incrementa el número de reportes del monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua.</p> <p>Ha: $NdRd - NdRa > 0$</p>	

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 12 Estadístico de prueba Wilcoxon número de monitoreo

	POST TEST – PRE TEST
Z	-3,125 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,000

a. La prueba de Wilcoxon de rangos con signo.

b. Esta prueba se fundamenta en los rangos negativos.

Fuente: elaboración por el autor

La prueba de significancia arrojó un valor menor a 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa del investigador con un 95% de confianza. Además, el valor Z es de -3,125, lo cual es menor a 1,96, que es el nivel de confianza, lo que indica que el sistema IoT aumenta el número

de reportes de monitoreo de variables ambientales en un cultivo de quinua ubicado en el departamento de Puno.

V. DISCUSIÓN

A continuación, se exponen las discusiones en base a los resultados obtenidos durante el estudio de la investigación.

En el **indicador 1** “Numero de monitoreo”, Se recolectaron valores antes y después de implementar el sistema IoT web, que fueron 27.78% y 99.31%, respectivamente, mostrando un aumento del 71.53%. Estos resultados son similares a los encontrados por (López Ledesma 2021) en su estudio sobre el sistema medidor de partículas PM10 y PM2.5, en el cual se registró un aumento en el número de monitoreos de la calidad del aire, pasando de un promedio de 3 monitoreos antes de la implementación a 11.1 monitoreos después, lo que significa un incremento promedio de 8.1 monitoreos. Estos hallazgos se respaldan en el estudio de (Amaya Diaz et al. 2020), donde se sugiere que los datos deben ser analizados en ventanas temporales relativamente largas.

En el **indicador 2** “Tiempo promedio de monitoreos”

Estos hallazgos son similares a los de (López Ledesma 2021), El autor de las conclusiones mencionó haber disminuido el tiempo promedio de monitoreo de la calidad del aire mediante el uso del sistema medidor de partículas PM10 y PM2.5. En concreto, obtuvo un valor promedio de 11,2 días antes de la implementación del sistema, y un valor promedio de 1,2 días después, lo que supuso una reducción promedio de 10 días.

En el **indicador 3** “Número de reportes de monitoreos”

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (López Ledesma 2021), el autor de las conclusiones afirmó que la implementación del sistema medidor de partículas PM10 y PM2.5 resultó en un aumento en el número de reportes de monitoreo. Antes de la implementación del sistema, se registró un promedio de 0.3 reportes, mientras que después de la implementación se registró un promedio de 3 reportes, lo que significa un aumento promedio de 2.3 reportes.

VI. CONCLUSIONES

1. Mediante la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon se pudo demostrar que hubo un incremento en el número de monitoreos de variables ambientales. Esta prueba fue elegida debido a que los datos no presentaban una distribución normal. El valor Z obtenido fue de -2.743, lo cual es menor al nivel de significancia del 5%. La muestra utilizada fue de 25 monitoreos y se obtuvo un valor promedio de 15 monitoreos antes de la implementación del sistema IoT y 30.368 monitoreos después de su implementación, lo que equivale a un aumento promedio de 15.3 monitoreos. En resumen, la implementación del sistema IoT propuesto aumentó significativamente el número de monitoreos de variables ambientales en un cultivo de quinua.
2. Se obtuvo evidencia estadística de que la implementación del sistema IoT permitió una disminución significativa del tiempo promedio de monitoreo de variables ambientales. Para demostrar esto, se utilizó la prueba estadística Wilcoxon, ya que los datos no seguían una distribución paramétrica. El valor de Z obtenido fue de -3.210, lo cual indica una significancia estadística menor al 5%. La muestra consistió en 25 monitoreos y se obtuvo un valor promedio de 11.15 días antes de la implementación del sistema y un valor promedio de 1.01 días después, lo que representa una disminución promedio de 10 días. Esto sugiere que la solución propuesta del sistema IoT logró reducir significativamente el tiempo de monitoreo de variables ambientales en el cultivo de quinua.
3. A través del sistema IoT de monitoreo de variables ambientales, se evidenció un aumento en el número de reportes de monitoreo, el cual fue demostrado a través de la prueba estadística no paramétrica Wilcoxon, debido a que los datos no se ajustaron a una distribución paramétrica. El valor Z obtenido fue de -3,125, menor al nivel de significancia del 5%. Con una muestra de 25 monitoreos, se obtuvo un valor promedio de 0.35 reportes antes de la implementación del sistema IoT y un valor promedio de 3.65 reportes después, lo que significó un aumento promedio de 3.3 reportes.

VII. RECOMENDACIONES

A los investigadores

Desarrollar otros Sistemas IoT que incluya otras variables ambientales como, radiación solar, pH del suelo, entre otras.

Evaluar el costo-beneficio del sistema de monitoreo. Esto implica comparar el costo de implementar el sistema con los beneficios que se pueden obtener, como un mayor rendimiento de la cosecha y una mejor calidad de los cultivos.

Discutir las posibles mejoras y aplicaciones futuras del sistema de monitoreo. Por ejemplo, considerar la incorporación de inteligencia artificial o el uso de drones para la recopilación de datos.

Validar el sistema en diferentes condiciones ambientales y geográficas para evaluar su funcionalidad y precisión en diferentes escenarios, explorar la integración del sistema de monitoreo con otros sistemas agrícolas, como sistemas de riego, para obtener una mayor automatización en la gestión de cultivos.

REFERENCIAS

- AMAYA DIAZ, J.C., ESTRADA, L.R., CARDENAS RUIZ, C.A., ARIZA COLPAS, P.P., PIÑERES MELO, M.A., RAMAYO GONZÁLEZ, R.E., ROBERTO CÉSAR, M.O., OVALLOS GAZABON, D.A. y COLLAZOS MORALES, C.A., 2020. Monitoring system of environmental variables for a strawberry crop using IoT tools. *Procedia Computer Science* [en línea], vol. 170, pp. 1083-1089. [Consulta: 21 febrero 2023]. ISSN 18770509. DOI 10.1016/J.PROCS.2020.03.067. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920305044>.
- CARRILLO, S.P., 2022. Estilo ISO 690:2010. [en línea], [Consulta: 17 marzo 2023]. Disponible en: https://uah-es.libguides.com/citar_elaborar_bibliografia/iso.
- CASADEI, R., TSIGKANOS, C., VIROLI, M. y DUSTDAR, S., 2019. Engineering resilient collaborative edge-enabled IoT. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Services Computing, SCC 2019 - Part of the 2019 IEEE World Congress on Services* [en línea], pp. 36-45. [Consulta: 20 febrero 2023]. DOI 10.1109/SCC.2019.00019. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8814078>.
- CHAMARA, N., ISLAM, M.D., BAI, G. (Frank), SHI, Y. y GE, Y., 2022. *Ag-IoT for crop and environment monitoring: Past, present, and future* [en línea]. 1 diciembre 2022. S.l.: Elsevier Ltd. [Consulta: 22 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X22001330>.
- FERREIRA, L.C.B.C., CHAVES, P.R., ASSUMPÇÃO, R.M., BRANQUINHO, O.C., FRUETT, F. y CARDIERI, P., 2022. The Three-Phase Methodology for IoT Project Development. *Internet of Things* [en línea], vol. 20, pp. 100624. [Consulta: 26 enero 2023]. ISSN 2542-6605. DOI 10.1016/J.IOT.2022.100624. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660522001056>.
- IDBELLA, M., IADARESTA, M., GAGLIARDE, G., MENNELLA, A., MAZZOLENI, S. y BONANOMI, G., 2020. AgriLogger: A New Wireless Sensor for Monitoring Agrometeorological Data in Areas Lacking Communication Networks. *Sensors 2020, Vol. 20, Page 1589* [en línea], vol. 20, no. 6, pp.

1589. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/S20061589. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/6/1589/htm>.
- KAUR, G., TOMAR, P. y TANQUE, M., 2021. *Artificial Intelligence to Solve Pervasive Internet of Things Issues* [en línea]. S.I.: Academic Press. [Consulta: 23 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128185766/artificial-intelligence-to-solve-pervasive-internet-of-things-issues>.
- KIRAN, D.R., 2019. *Production Planning and Control A Comprehensive Approach* [en línea]. S.I.: Butterworth-Heinemann. [Consulta: 23 noviembre 2022]. ISBN 978-0-12-818364-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128183649/production-planning-and-control>.
- KOUR, K., GUPTA, D., GUPTA, K., ANAND, D., ELKAMCHOUCI, D.H., PÉREZ-OLEAGA, C.M., IBRAHIM, M. y GOYAL, N., 2022. Monitoring Ambient Parameters in the IoT Precision Agriculture Scenario: An Approach to Sensor Selection and Hydroponic Saffron Cultivation. *Sensors 2022, Vol. 22, Page 8905* [en línea], vol. 22, no. 22, pp. 8905. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/S22228905. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/22/8905/htm>.
- LI, Y., 2021. The structure of monitoring node and monitoring center of environmental monitoring system. *E3S Web of Conferences* [en línea]. S.I.: EDP Sciences, [Consulta: 21 noviembre 2022]. DOI 10.1051/e3sconf/202124502015. Disponible en: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2021/21/e3sconf_aeecs2021_02015.pdf.
- LÓPEZ LEDESMA, C.A., 2021. Sistema medidor de partículas PM10 y PM2.5 para mejorar el monitoreo de la calidad del aire en la municipalidad de Laredo. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55945>.
- MATOS URIBE, F.F., CONTRERAS CONTRERAS, F. y OLAYA GUERRERO,

- J.C., 2020. *Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso del SPSS* [en línea]. Lima: s.n. [Consulta: 17 marzo 2023]. ISBN 978-612-48342-0-2. Disponible en: http://eprints.rclis.org/40470/1/ESTADISTICA_DESCRIPTIVA.pdf.
- NAVARRO, E., COSTA, N. y PEREIRA, A., 2020. A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming. *Sensors 2020, Vol. 20, Page 4231* [en línea], vol. 20, no. 15, pp. 4231. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/S20154231. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/15/4231/htm>.
- PELLAN, E., GUTIERREZ, J., SOTO, J., CAPUNAY, S., LOPEZ, J. y DEL CARPIO, C., 2018. A Method of Monitoring of the Bulb of Quinoa Plantations Orientated to the Dosing of the Water Volume for Drip Irrigation Systems. *2018 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias en Ingenieria, CONIITI 2018 - Proceedings*. S.l.: s.n., ISBN 9781538681312. DOI 10.1109/CONIITI.2018.8587086.
- 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* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 22 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14919>.
- RODRÍGUEZ GÓMEZ, M.J., MATÍAS PRIETO, J., CRUZ SOBRADO, V. y CALVO MAGRO, P., 2021. Nutritional characterization of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) varieties cultivated in Southern Europe. *Journal of Food Composition and Analysis* [en línea], vol. 99, pp. 103876. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN 0889-1575. DOI 10.1016/J.JFCA.2021.103876. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157521000764>.
- ROJAS, J. y PARRA, O., 2003. Paradigma ambiental y desarrollo sustentable. *Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable* [en línea], [Consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/40883146_Conceptos_basicos_sobre_medio_ambiente_y_desarrollo_sustentable.

SAQIB, M., ALMOHAMAD, T.A. y MEHMOOD, R.M., 2020. A Low-Cost Information Monitoring System for Smart Farming Applications. *Sensors* 2020, Vol. 20, Page 2367 [en línea], vol. 20, no. 8, pp. 2367. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/S20082367. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/8/2367/htm>.

SLAMA, D., PUHLMANN, F., MORRISH, J. y BHATNAGAR, R.M., 2022. Enterprise IoT: strategies & best practices for connected products & services. ,

WONGCHAI, A., JENJETI, D. rao, PRIYADARSINI, A.I., DEB, N., BHARDWAJ, A. y TOMAR, P., 2022. Farm monitoring and disease prediction by classification based on deep learning architectures in sustainable agriculture. *Ecological Modelling* [en línea], vol. 474. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN 03043800. DOI 10.1016/j.ecolmodel.2022.110167. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438002200268X>.

ANEXOS

Anexo 1 - Matriz de consistencia del proyecto de investigación

Título: Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023

Autor(es): Fuentes Mamani Nilver Aldo

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable
<p>General:</p> <p>¿de qué manera Sistema IoT influye en el monitoreo de variables ambientales del Cultivo de Quinua?</p>	<p>General:</p> <p>Implementar un sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de quinua, Puno 2023.</p>	<p>Alternativa (H_a):</p> <p>“El Sistema IoT mejorara el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023”.</p>	<p>Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema IoT
<p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo influye el sistema IoT en el incremento en el número de monitoreos de variables ambientales? 2. ¿Cómo influye el sistema IoT en la disminución del tiempo promedio del monitoreo de variables ambientales? 3. ¿Cómo influye el sistema IoT en el incremento del número de reportes de monitoreo de variables ambientales? 	<p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incrementar el número de monitoreos de variables ambientales. 2. Disminuir el tiempo promedio de monitoreos de variables ambientales. 3. Incrementar el número de reportes de monitoreo variables ambientales. 	<p>Nula (H₀):</p> <p>“El Sistema IoT no mejorara el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023”.</p>	<p>Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de variables ambientales

Metodología			
<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada 	<p>Población (N):</p> <p style="text-align: center;">$N = 175$</p>	<p>Técnicas de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación • Encuesta 	<p>Método de análisis de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estadística descriptiva • Estadística inferencial • Deductivo (enfoque cuantitativo)
<p>Diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preexperimental 	<p>Muestra (n):</p> <p style="text-align: center;">$n = 175$</p>	<p>Instrumentos de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de observación • Cuestionario 	<p>Aspectos éticos:</p> <p>Se respetará el derecho a la propiedad intelectual (Originalidad de la investigación - Reporte Turnitin).</p> <p>Se tomará en cuenta el Código de ética de la Universidad César Vallejo.</p> <p>Adicionalmente, se usará para la redacción de la investigación el Sistema de Normas ISO.</p>

Anexo 2 - Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión (Sub variable)	Indicador	Escala de medición
Independiente: Sistema IoT	“Internet de las Cosas (IoT) se convierte en una tecnología clave que permite la supervisión y el control continuos en este escenario. La capacidad de generar datos cuantitativos (casi) en tiempo real con alta resolución espacio-temporal es una de las principales ventajas.” (Chamara et al. 2022).	Se puede medir a través del tiempo de respuesta del Sistema IoT.	Métricas de precisión	Tiempo de Respuesta del Sistema IoT	Razón
Dependiente: Monitoreo de variables ambientales	“Es el uso de la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente. Involucra el uso de sistemas de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo”(García y Flego 2022)	Se puede medir por el valor de los sensores y predecir variables ambientales.	Métricas de precisión	Numero de Monitoreos	Razón
				Tiempo Promedio	Razón
				Numero de reportes	Razón

Anexo 3. Elección de la metodología de desarrollo

Apellidos y nombres del experto: Torres Villanueva, Marcelino

Título profesional y/o Grado académico: Ingeniero de Sistemas - Maestro.

Fecha: 30/12/2022

Título del proyecto de investigación: “Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinoa, Puno 2023”

Autor: Fuentes Mamani Nilver Aldo

Evaluación de la metodología del Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales

Al utilizar el Método de Juicio de Expertos, se le proporcionará la capacidad de calificar los enfoques que están en juego mediante la utilización de una lista de criterios con puntuaciones que se indican en la parte inferior de la tabla. Además de esto, le animamos encarecidamente a definir con precisión el enfoque que se utilizará para construir la respuesta que se ofrecerá en este proyecto de investigación, y si hay alguna sugerencia:

Item	Criterios	Metodologías		
		TpM-Pro	ERCE-IoT	Ignite-IoT
1	Compresión del Tema	3	2	1
2	Comprensión de datos	3	1	1
3	Preparación de los datos	3	2	3
4	Modelado	3	1	2
5	Evaluación	2	1	1
Total		14	7	8

La escala a evaluar es de: **1** - Malo, **2** - Regular, **3** – Bueno

Sugerencias:

Firma del experto

Criterios de evaluación de las metodologías propuestas

Ítem	Criterio	Descripción
1	Compresión del Tema	Determinar los objetivos del tema de investigación.
2	Comprensión de datos	Es la exploración de los datos.
3	Preparación de los datos	Es el procesamiento y procesamiento de datos.
4	Modelado	Es la construcción del modelo.
5	Evaluación	Es el resultado y revisión del proceso.

Fuente: Elaboración propia

Apellidos y nombres del experto: Guevara Ruíz, Ricardo Manuel

Título profesional y/o Grado académico: Ingeniero Computación y Sistemas - Maestro.

Fecha: 30/12/2022

Título del proyecto de investigación: “Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinoa, Puno 2023”

Autor: Fuentes Mamani Nilver Aldo

Evaluación de la metodología del Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales

Al utilizar el Método de Juicio de Expertos, se le proporcionará la capacidad de calificar los enfoques que están en juego mediante la utilización de una lista de criterios con puntuaciones que se indican en la parte inferior de la tabla. Además de esto, le animamos encarecidamente a definir con precisión el enfoque que se utilizará para construir la respuesta que se ofrecerá en este proyecto de investigación, y si hay alguna sugerencia:

Item	Criterios	Metodologías		
		TpM-Pro	ERCE-IoT	Ignite-IoT
1	Comprensión del Tema	3	2	1
2	Comprensión de datos	3	1	1
3	Preparación de los datos	3	2	3
4	Modelado	3	1	2
5	Evaluación	2	1	1
Total		14	7	8

La escala a evaluar es de: **1** - Malo, **2** - Regular, **3** – Bueno

Sugerencias:

Firma del experto

Criterios de evaluación de las metodologías propuestas

Ítem	Criterio	Descripción
1	Comprensión del Tema	Determinar los objetivos del tema de investigación.
2	Comprensión de datos	Es la exploración de los datos.
3	Preparación de los datos	Es el procesamiento y procesamiento de datos.
4	Modelado	Es la construcción del modelo.
5	Evaluación	Es el resultado y revisión del proceso.

Fuente: Elaboración propia

Apellidos y nombres del experto: Agreda Gamboa, Everson David

Título profesional y/o Grado académico: Ingeniero de Sistemas - Doctor.

Fecha: 30/12/2022

Título del proyecto de investigación: “Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinoa, Puno 2023”

Autor: Fuentes Mamani Nilver Aldo

Evaluación de la metodología del Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales

Al utilizar el Método de Juicio de Expertos, se le proporcionará la capacidad de calificar los enfoques que están en juego mediante la utilización de una lista de criterios con puntuaciones que se indican en la parte inferior de la tabla. Además de esto, le animamos encarecidamente a definir con precisión el enfoque que se utilizará para construir la respuesta que se ofrecerá en este proyecto de investigación, y si hay alguna sugerencia:

Item	Criterios	Metodologías		
		TpM-Pro	ERCE-IoT	Ignite-IoT
1	Compresión del Tema	3	2	1
2	Comprensión de datos	3	1	1
3	Preparación de los datos	3	2	3
4	Modelado	3	1	2
4	Evaluación	2	1	1
Total		14	7	8

La escala a evaluar es de: **1** - Malo, **2** - Regular, **3** – Bueno

Sugerencias:



Firma del experto

Criterios de evaluación de las metodologías propuestas

Ítem	Criterio	Descripción
1	Compresión del Tema	Determinar los objetivos del tema de investigación.
2	Comprensión de datos	Es la exploración de los datos.
3	Preparación de los datos	Es el procesamiento y procesamiento de datos.
4	Modelado	Es la construcción del modelo.
5	Evaluación	Es el resultado y revisión del proceso.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos

- Anexo 4.1 Instrumento de obtención de información “Incrementar el número de monitoreos de variables ambientales”

Investigador	Nilver Aldo Fuentes Mamani	Tipo de Prueba	Pre-test
Institución	Fundo Azángaro	Área	
Fecha		Fecha	
Objetivo Específico	Incrementar el número de monitoreos de variables ambientales	Indicador	Número de monitoreo
Medida	Numérico	Fórmula	$NM = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$

Ficha de Registro				Total
N° de Puntos Monitoreados	Monitoreo 1 24h * 5d 120hr semanal de monitoreo	Monitoreo 2 24h * 5d 120hr semanal de monitoreo	Monitoreo 3 24h * 5d 120hr semanal de monitoreo	

Anexo 4. Ficha de registro- Instrumento de observación

Tipo de Prueba	Post Test
Investigador	Fuentes Mamani Nilver Aldo
Fecha de inicio	

Variable Ambiental	Temperatura y Humedad
---------------------------	-----------------------

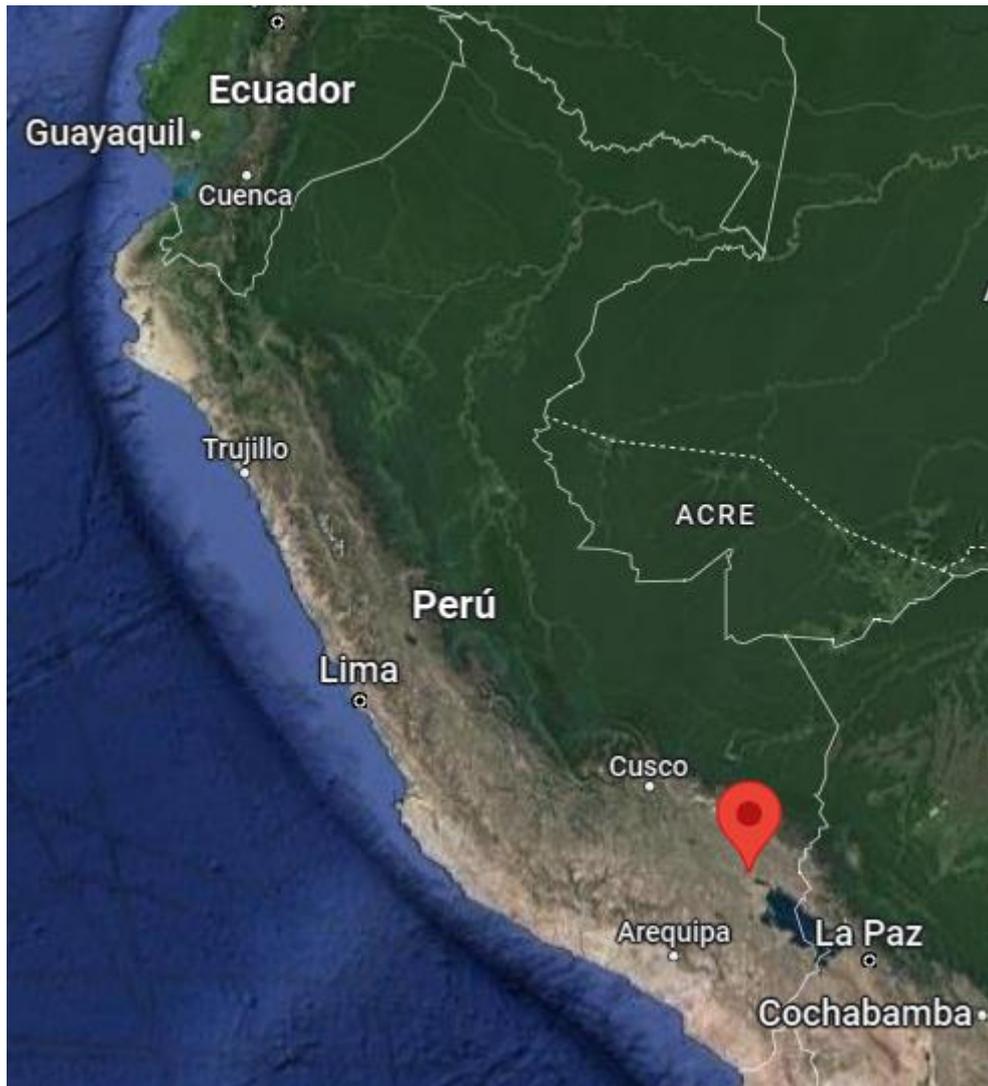
Matriz de confusión:

N°	Indicador	Medida	Formula	Precisión
1	Temperatura Grados Celsius	Razón	°C	100%
2	Humedad Relativa - %	Razón	%	100%

Anexo 4A – Cuestionarios para el control de variables ambientales

N°	Factor	Aspecto	Valor
1	Datos de origen	¿Qué fecha se registró la temperatura?	Dato Numérico
2		¿Qué hora se registró la temperatura?	Dato Numérico
3		¿Qué fecha se registró la humedad?	Dato Numérico
4		¿Qué hora se registró la humedad?	Dato Numérico
5		¿metros cuadrados sembrados?	Dato Numérico
6		¿Fecha de siembra del cultivo?	Dato Numérico
7		¿Fecha de cosecha del cultivo?	Dato Numérico
8		¿Cantidad de kilos por planta de quinua?	Dato Numérico
9		¿Litros de agua usada en el cultivo?	Dato Numérico

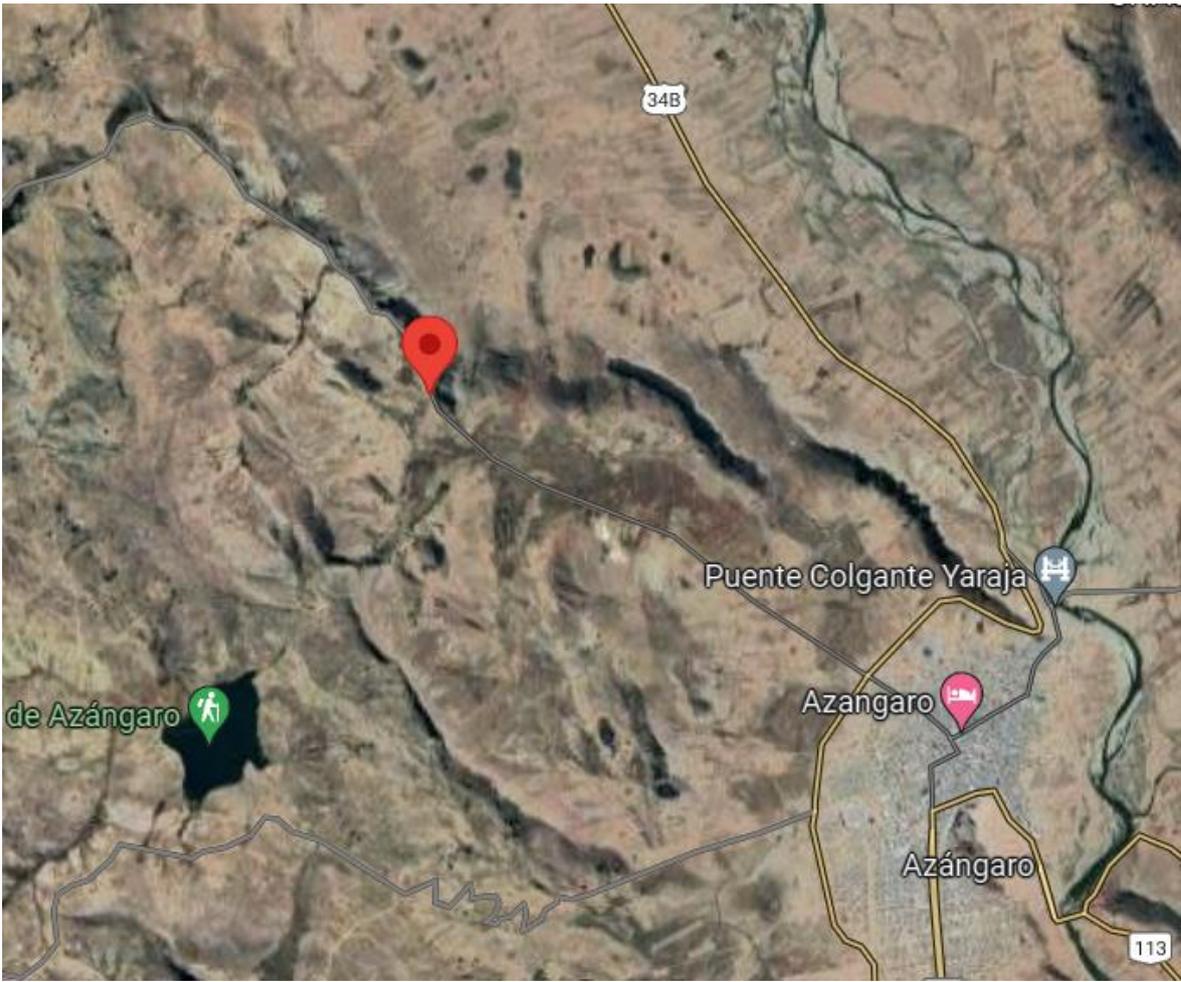
Ubicación del Cultivo



Ubicación

Coordenadas

14°53'07.6"S+70°13'55.3"W





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AGREDA GAMBOA EVERSON DAVID, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Sistema IoT para el Monitoreo de variables ambientales del cultivo de Quinua, Puno 2023", cuyo autor es FUENTES MAMANI NILVER ALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 13 de Abril del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AGREDA GAMBOA EVERSON DAVID DNI: 18161457 ORCID: 0000-0003-1252-9692	Firmado electrónicamente por: AGREDA el 26-05- 2023 13:28:23

Código documento Trilce: TRI - 0541374