



*Desarrollo de un sistema integral de monitorización ambiental y procesamiento en tiempo real mediante Raspberry Pi, IoT y Cloud Computing*

*Development of a comprehensive environmental monitoring and real-time processing system using Raspberry Pi, IoT and Cloud Computing*

*Desenvolvimento de um sistema abrangente de monitorização ambiental e processamento em tempo real utilizando Raspberry Pi, IoT e Cloud Computing*

Freddy Gustavo Morales-Tubón <sup>I</sup>  
[fmorales@institutos.gob.ec](mailto:fmorales@institutos.gob.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1680-8728>

Fernando Marcelo Pico-Barrera <sup>II</sup>  
[fpico@institutos.gob.ec](mailto:fpico@institutos.gob.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-7713-9762>

Diego Sebastián Sánchez-Villegas <sup>III</sup>  
[diego.sanchez@educacion.gob.ec](mailto:diego.sanchez@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-3669-0763>

Génesis Dayana Pinto Almeida <sup>IV</sup>  
[pintodayana72@gmail.com](mailto:pintodayana72@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-2647-1735>

**Correspondencia:** [fmorales@institutos.gob.ec](mailto:fmorales@institutos.gob.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 11 de junio de 2024 \* **Aceptado:** 20 de julio de 2024 \* **Publicado:** 19 de agosto de 2024

- I. Ingeniero de Sistemas y Computación, Magíster en Tecnologías de la Información Mención en Seguridad de Redes y Comunicaciones, Magíster en Educación Mención en Innovación y Liderazgo Educativo, Docente de la Carrera de Desarrollo de Software, Instituto Superior Tecnológico Pelileo, Ecuador.
- II. Ingeniero en Sistemas, Magíster en Informática Empresarial, Docente de la Carrera de Desarrollo de Software, Instituto Superior Tecnológico Pelileo, Ecuador.
- III. Ingeniero en Sistemas e Informática, Magíster en Informática Educativa, Docente en Matemáticas, Unidad Educativa Eugenio Espejo, Pelileo, Ecuador.
- IV. Licenciada en Ciencias de la Educación Básica, Magíster en Gestión y Liderazgo Mención Educación, Diplomado en Educación Superior, Docente en Áreas Básicas, Unidad Educativa Nuevo Mundo, Ecuador.

## Resumen

La revolución tecnológica que sugiere y obliga a emplear la tecnología para observar las condiciones de trabajo en todo el proceso de fabricación. El concepto de Internet de las Cosas (IoT) se ha extendido ampliamente y se utiliza en diversos sectores y ámbitos, como las ciudades inteligentes, el transporte inteligente, la sanidad inteligente y la agricultura. Las plataformas IoT se han convertido en instrumentos esenciales al ofrecer datos rastreados y respuestas viables a problemas del mundo real. La integración de sensores, dispositivos y sistemas inteligentes ha mejorado la toma de decisiones basada en datos, impulsando la comprensión, la administración y la eficacia en varios sectores. Tres niveles principales componen la arquitectura de los sistemas basados en IoT. Los sensores y elementos conectados en red se encargan de recopilar datos en el nivel más bajo, o nivel de dispositivo. El tránsito de datos a través de tecnologías de comunicación es facilitado por el nivel de red, que es el nivel intermedio. Las aplicaciones, el nivel más alto, gestionan el procesamiento de datos y ofrecen servicios al usuario. La capacidad de dividir las numerosas operaciones de un sistema IoT en tres niveles discretos gracias a su estructura en capas facilita el diseño, la implantación y la administración.

**Palabras clave:** Revolución tecnológica; Internet de las cosas; Plataformas; Aplicaciones; Datos.

## Abstract

The technological revolution that suggests and requires the use of technology to observe working conditions throughout the manufacturing process. The concept of the Internet of Things (IoT) has spread widely and is used in various sectors and areas such as smart cities, smart transportation, smart healthcare, and agriculture. IoT platforms have become essential instruments by offering tracked data and viable answers to real-world problems. The integration of smart sensors, devices, and systems has improved data-driven decision making, driving understanding, management, and efficiency across various industries. Three main levels make up the architecture of IoT-based systems. Sensors and networked elements are responsible for collecting data at the lowest level, or device level. Data transit through communication technologies is facilitated by the network level, which is the middle level. Applications, the highest level, manage data processing and offer services to the user. The ability to divide the numerous operations of an IoT system into three

discrete levels thanks to its layered structure facilitates design, implementation, and management.

**Keywords:** Technological revolution; Internet of things; Platforms; Applications; Data.

## Resumo

A revolução tecnológica que sugere e obriga à utilização da tecnologia para observar as condições de trabalho durante todo o processo de fabrico. O conceito de Internet das Coisas (IoT) difundiu-se amplamente e é utilizado em vários setores e campos, tais como cidades inteligentes, transportes inteligentes, cuidados de saúde inteligentes e agricultura. As plataformas IoT tornaram-se instrumentos essenciais para oferecer dados rastreados e respostas práticas para problemas do mundo real. A integração de sensores, dispositivos e sistemas inteligentes melhorou a tomada de decisões baseada em dados, impulsionando a compreensão, a gestão e a eficiência em vários setores. Três níveis principais constituem a arquitetura dos sistemas baseados em IoT. Os sensores e elementos de rede são responsáveis pela recolha de dados no nível mais baixo, ou nível do dispositivo. O trânsito de dados através das tecnologias de comunicação é facilitado pela camada de rede, que é o nível intermédio. As aplicações, de mais alto nível, gerem o processamento de dados e oferecem serviços ao utilizador. A capacidade de dividir as numerosas operações de um sistema IoT em três níveis distintos, graças à sua estrutura em camadas, facilita o design, a implementação e a gestão.

**Palavras-chave:** Revolução tecnológica; Internet das coisas; Plataformas; Aplicações; Dados.

## Introducción

La conexión de objetos cotidianos a Internet se conoce como "Internet de los objetos". Para mejorar nuestra seguridad o gestionar la energía de forma más eficaz, por ejemplo, o simplemente para hacernos la vida más sencilla, se conectan entre sí diversos productos de uso frecuente. El análisis de las numerosas plataformas de software que son utilizadas en la actualidad, incluyendo sus características, ventajas, inconvenientes y ámbitos de uso (Berger, 2021).

Además de examinar las plataformas de software que se utilizan actualmente en la red, a las que se transmitirán los datos recogidos por nuestros sensores, también estudiaremos cómo construir nuestra propia plataforma en un servidor Raspberry Pi, lo que nos dará un control total sobre los datos y nos permitirá utilizar un número infinito de sensores. El otro componente del Internet de

las cosas son las plataformas de hardware, que examinaremos en función de su bajo coste, tamaño y consumo energético (Ahmed, 2021).

Es por ello que, el despliegue de redes de sensores inalámbricos (WSN) es crucial para habilitar una serie de funciones en tándem con los dispositivos de la Internet de las Cosas (IoT), aumentando así la utilidad total del sistema. Las WSN permiten que los dispositivos de un sistema IoT se comuniquen entre sí, fomentando la coordinación y el intercambio de información entre las distintas partes. Esto hace posible recopilar información de diversos sensores, que luego pueden utilizarse para supervisar y gestionar distintos componentes del sistema IoT (Berger, 2021).

Estas plataformas son las que nos permitirán recopilar datos de los sensores y comunicarnos con las plataformas de software para entregar los datos al usuario en su forma definitiva. Investigaremos cómo el sistema hardware-software interactúa con los usuarios enviando mensajes por Whatsapp o Telegram para recibir alertas sobre posibles alarmas. Además, podemos utilizar un tuit para apagar un ordenador de forma remota (Ahmed, 2021).

Por último, se incluirá en el proyecto un ejemplo real de representación de un sensor en una plataforma de software. La Raspberry Pi servirá como hardware y también le acoplaremos sensores. Para la monitorización posterior, se utilizarán varios tipos de sensores como es la temperatura, humedad, vigilancia, entre otros (Berger, 2021).

## **Los sistemas de monitoreo ambiental**

Son herramientas y tecnologías que permiten recoger y analizar información en tiempo real sobre las condiciones medioambientales de una zona geográfica determinada. Estos sistemas utilizan diversos sensores ambientales y dispositivos para medir distintas variables, como la calidad del aire, la temperatura, la humedad, el nivel de ruido, la radiación y otros parámetros relevantes.

La "inteligencia" de estos sistemas procede del uso de algoritmos de aprendizaje automático y del análisis de datos avanzado para procesar y analizar los parámetros ambientales recopilados. Esto permite a las empresas detectar patrones y tendencias, identificar posibles problemas y tomar decisiones informadas en tiempo real. Además, los sistemas inteligentes de vigilancia medioambiental suelen utilizar tecnologías de comunicación en red para enviar datos y alertas, lo que permite una respuesta rápida ante una situación de riesgo o emergencia ambiental.

## **IOT**

Red de objetos físicos (cosas) que incorporan sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas.

## **Cloud Computing**

La computación en la nube (cloud computing) es una tecnología que permite acceso remoto a software, almacenamiento de archivos y procesamiento de datos por medio de Internet, siendo así, una alternativa a la ejecución en una computadora personal o servidor local. En el modelo de nube, no hay necesidad de instalar aplicaciones localmente en computadoras. La computación en la nube ofrece a los individuos y a las empresas la capacidad de un pool de recursos de computación con buen mantenimiento, seguro, de fácil acceso y bajo demanda.

## **Iot Y Cloud En Las Pyme**

Principalmente, lo que hace el IoT en los negocios es proveer funcionalidad en forma de nuevas aplicaciones o actualizaciones de firmware. Las plataformas IoT son neutrales respecto al hardware y el software. Se ocupan de gestionar procesos complejos y actualizaciones de hardware y software. La plataforma puede ocuparse también del proceso de autenticación que de otra forma tendría que ser gestionado laboriosamente en el hardware y el software. Tanto para los administradores, como los usuarios y los desarrolladores de la aplicación el resultado es el mismo: facilidad de uso.

El beneficio más importante que para las PYMEs tiene una plataforma IoT de negocios es que el cliente puede decidir qué hardware y software se ocupan de qué función y cuándo lo hacen. El usuario puede decidir con confianza qué datos se almacenan en qué ubicación, y cuándo se proporciona acceso a los mismos, y si los datos van a transferirse a la nube. Estas plataformas generan gran cantidad de datos. Subirlos todos a la nube, procesarlos y analizarlos puede requerir demasiado tiempo. En este caso, el edge computing es la mejor solución. Cuando se aplica una mezcla de edge computing y nube, los datos que se preparan en la nube se transfieren a una inteligencia artificial que decide si el proceso de fabricación ha sido correcto, en base a los datos recogidos.

## **Implementación de monitoreo en tiempo real con sensores Raspberry Pi**

La capacidad de monitorear y recopilar datos en tiempo real se ha vuelto cada vez más importante en diversas industrias, desde la agricultura hasta la manufactura y la automatización del hogar inteligente. El monitoreo en tiempo real permite la detección inmediata de anomalías, la respuesta oportuna a situaciones críticas y la capacidad de tomar decisiones informadas basadas en información actualizada. En el ámbito del Internet de las cosas (IoT), los sensores Raspberry Pi se han convertido en una opción popular para implementar monitoreo en tiempo real debido a su asequibilidad, versatilidad y facilidad de uso.

### **Redes de sensores inalámbricos**

Una opción para implementar el monitoreo en tiempo real con sensores Raspberry Pi es mediante el uso de redes de sensores inalámbricos. Esto implica implementar múltiples dispositivos Raspberry Pi equipados con sensores y conectarlos de forma inalámbrica a un concentrador o servidor central. Los sensores se pueden colocar estratégicamente en varios lugares para monitorear diferentes parámetros como temperatura, humedad, intensidad de luz o movimiento. Luego, el centro central recopila y procesa los datos de estos sensores, proporcionando información y alertas en tiempo real cuando se exceden ciertos umbrales. Las redes de sensores inalámbricos ofrecen flexibilidad en términos de escalabilidad y cobertura, lo que las hace adecuadas para aplicaciones de monitoreo a gran escala. Por ejemplo, en un entorno agrícola, se pueden implementar redes de sensores inalámbricos para monitorear los niveles de humedad del suelo, la temperatura y la humedad en diferentes áreas de una granja. Estos datos se pueden utilizar para optimizar los programas de riego, prevenir enfermedades de los cultivos y mejorar el rendimiento general.

### **Monitoreo basado en la nube**

Otra opción para el monitoreo en tiempo real con sensores Raspberry Pi es aprovechar las plataformas basadas en la nube. Los servicios en la nube brindan una infraestructura escalable y confiable para procesar y almacenar datos de sensores, lo que permite el monitoreo en tiempo real desde cualquier lugar con una conexión a Internet. En esta configuración, los sensores Raspberry Pi recopilan datos y los envían a la plataforma en la nube mediante protocolos como MQTT o

HTTP. Luego, la plataforma en la nube procesa los datos, realiza análisis y presenta los resultados en un panel fácil de usar. Por ejemplo, en un escenario de hogar inteligente, los sensores Raspberry Pi se pueden usar para monitorear la temperatura, la humedad y la ocupación. Los datos recopilados por estos sensores se pueden enviar a una plataforma en la nube, que luego puede desencadenar acciones como ajustar el termostato o encender/apagar luces según reglas predefinidas.

### **Computación de borde**

Edge Computing es un enfoque alternativo al monitoreo en tiempo real con sensores Raspberry Pi que implica procesar y analizar datos localmente en los propios dispositivos Raspberry Pi. Esto elimina la necesidad de una conectividad constante a Internet y reduce la latencia, lo que lo hace adecuado para aplicaciones donde la respuesta inmediata es fundamental. Luego, los datos procesados se pueden enviar a un servidor central o a una plataforma en la nube para su posterior análisis y almacenamiento.

Por ejemplo, en un entorno de fabricación, los sensores Raspberry Pi se pueden utilizar para monitorear las vibraciones, la temperatura y el consumo de energía de la máquina. Al realizar un análisis en tiempo real en el borde, se pueden detectar anomalías y se pueden tomar las acciones apropiadas de inmediato, como apagar una máquina para evitar daños mayores. Cuando se trata de implementar monitoreo en tiempo real con sensores Raspberry Pi, existen múltiples opciones disponibles según los requisitos específicos de la aplicación. Las redes de sensores inalámbricos ofrecen escalabilidad y cobertura, las plataformas basadas en la nube brindan flexibilidad y accesibilidad, mientras que la informática de punta ofrece baja latencia y respuesta inmediata. Es esencial evaluar cuidadosamente las necesidades del proyecto y elegir la opción más adecuada que se alinee con los resultados deseados.

### **Implementación de monitoreo en tiempo real con IPS**

En el panorama digital en constante evolución, las empresas y organizaciones enfrentan amenazas de seguridad constantes y ataques cibernéticos que pueden conducir a violaciones de datos, interrupciones del sistema y pérdidas financieras. Por lo tanto, la implementación de monitoreo en tiempo real con sistemas de prevención de intrusiones (IPS) se ha convertido en un enfoque proactivo para evitar que ocurran tales amenazas y ataques. IPS es una tecnología de seguridad de red que examina los flujos de tráfico de red para detectar y prevenir las exploits de vulnerabilidad.

Combina la detección basada en la firma, la detección basada en anomalías y el análisis de protocolos para monitorear y prevenir actividades maliciosas en tiempo real.

El monitoreo en tiempo real con IPS proporciona varios beneficios desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, desde una perspectiva de seguridad, IPS ayuda a detectar y prevenir amenazas de seguridad en tiempo real, incluidos ataques de día cero, tráfico malicioso e intentos de acceso no autorizados. Desde una perspectiva operativa, las IP pueden ayudar a reducir el tiempo de inactividad de la red y mejorar el rendimiento de la red identificando y mitigando las anomalías de la red, como picos de ancho de banda y congestión de la red. Desde una perspectiva de cumplimiento, las IP pueden ayudar a las organizaciones a cumplir con los requisitos reglamentarios proporcionando monitoreo y alertas continuas.

Aquí hay algunas ideas en profundidad sobre la implementación de monitoreo en tiempo real con IPS:

**Implementación de IPS:** IPS se puede implementar de diferentes maneras, incluidos el modo en línea, pasivo o híbrido. IPS en línea es el modo de implementación más común, donde el IPS se coloca en línea con el flujo de tráfico de red, y todo el tráfico lo pasa a través de él. El IP pasivo se usa solo para fines de monitoreo, donde el IPS no está en línea con el flujo de tráfico, pero recibe una copia del tráfico para el análisis. Hybrid IPS combina modos en línea y pasivos, donde los IP pueden cambiar entre los dos modos dependiendo del flujo de tráfico de red.

**Detección basada en la firma:** IPS utiliza la detección basada en la firma, donde compara el tráfico de red con una base de datos de firmas de ataque conocidas. Cuando se encuentra una coincidencia, el IPS toma medidas, como dejar caer el paquete o bloquear la dirección IP.

**Detección basada en anomalías:** IPS también utiliza la detección basada en anomalías, donde crea una línea de base del comportamiento normal de la red y compara el tráfico de red con esa línea de base. Cuando hay una desviación de la línea de base, el IPS toma medidas, como generar una alerta o bloquear el tráfico.

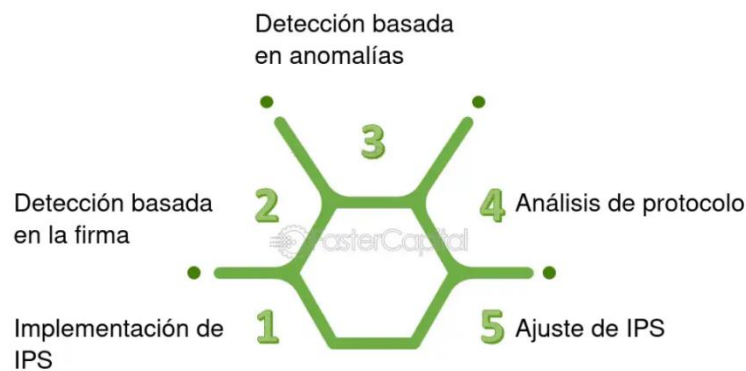
**Análisis de protocolo:** IPS también utiliza análisis de protocolo, donde examina el tráfico de red en la capa de aplicación para detectar y evitar ataques específicos de la aplicación, como la inyección SQL y las secuencias de comandos entre sitios (XSS).

**Ajuste de IPS:** la sintonización IPS es un paso esencial para implementar el monitoreo en tiempo real con IPS. Implica configurar las políticas, reglas y umbrales de IPS para garantizar que el IPS



no genere falsos positivos o falsos negativos. Un falso positivo es cuando el IPS bloquea el tráfico legítimo, mientras que un falso negativo es cuando el IPS no puede detectar y evitar un ataque. Implementar el monitoreo en tiempo real con IPS es un enfoque proactivo para prevenir amenazas de seguridad y ataques cibernéticos. IPS combina la detección basada en la firma, la detección basada en anomalías y el análisis de protocolos para monitorear y prevenir actividades maliciosas en tiempo real. El despliegue de IPS, la detección basada en la firma, la detección basada en anomalías, el análisis de protocolos y el ajuste de IPS son factores críticos a considerar al implementar el monitoreo en tiempo real con IP.

### Implementación de monitoreo en tiempo real con IPS



*Figura 1: monitoreo en tiempo real con IPS. Fuente: (Berger, 2021).*

### Desafíos y soluciones en la implementación del monitoreo en tiempo real

El monitoreo en tiempo real juega un papel crucial para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas de ejecución automática. Sin embargo, la implementación de esta capacidad de monitoreo conlleva una buena cantidad de desafíos. En esta sección, profundizaremos en los obstáculos enfrentados durante el proceso de implementación y exploraremos posibles soluciones para superarlos.

**Sobrecarga de datos:** uno de los principales desafíos del monitoreo en tiempo real es lidiar con la abrumadora cantidad de datos generados por varios sensores y dispositivos. A medida que aumenta el volumen de datos, resulta cada vez más difícil procesarlos, analizarlos y extraer información significativa de ellos en tiempo real. Para abordar este desafío, las organizaciones pueden

considerar implementar técnicas avanzadas de análisis de datos, como algoritmos de aprendizaje automático, que puedan filtrar y priorizar los puntos de datos más críticos. Al hacerlo, pueden reducir la sobrecarga de datos y centrarse en monitorear la información más relevante.

**Escalabilidad:** los sistemas de monitoreo en tiempo real deben ser escalables para adaptarse al creciente número de dispositivos y sensores que deben monitorearse. A medida que las organizaciones amplían sus operaciones o introducen nuevos productos, la infraestructura de monitoreo debe ser capaz de manejar el aumento de carga sin comprometer el rendimiento. Las soluciones basadas en la nube, con su capacidad de escalar recursos dinámicamente, pueden ser una opción ideal para abordar los desafíos de escalabilidad. Al aprovechar la nube, las organizaciones pueden agregar o eliminar fácilmente nodos de monitoreo según sea necesario, lo que garantiza una experiencia de monitoreo perfecta.

**Latencia de la red:** en el monitoreo en tiempo real, los retrasos en la transmisión de datos pueden afectar significativamente la efectividad del sistema. La latencia de la red puede ocurrir debido a varios factores, incluida la congestión de la red o limitaciones en la infraestructura de comunicación. Para mitigar los problemas de latencia de la red, las organizaciones pueden explorar opciones como la informática de punta. La computación perimetral implica procesar y analizar datos más cerca de la fuente, lo que reduce la dependencia de la conectividad de la red. Al implementar dispositivos informáticos de vanguardia cerca de puntos de monitoreo críticos, las organizaciones pueden minimizar el impacto de la latencia de la red y garantizar capacidades de monitoreo en tiempo real.

**Seguridad y privacidad:** el monitoreo en tiempo real implica la recopilación y el análisis de datos confidenciales, lo que hace que la seguridad y la privacidad sean una de las principales preocupaciones. El acceso no autorizado a sistemas de monitoreo o violaciones de datos puede tener consecuencias graves, incluidas pérdidas financieras o daños a la reputación. Implementar medidas de seguridad sólidas, como protocolos de cifrado y autenticación, es crucial para salvaguardar la información confidencial. Además, las organizaciones deben cumplir con las normas de privacidad y obtener el consentimiento necesario al recopilar y almacenar datos personales. Al priorizar la seguridad y la privacidad, las organizaciones pueden generar confianza con sus partes interesadas y garantizar la integridad de sus sistemas de monitoreo.

**Integración con sistemas existentes:** muchas organizaciones ya cuentan con sistemas y procesos establecidos que deben integrarse con capacidades de monitoreo en tiempo real. Esta integración

puede ser una tarea compleja que requiere una planificación y coordinación cuidadosas. Es esencial evaluar la compatibilidad de los sistemas existentes con la solución de monitoreo e identificar cualquier brecha que deba abordarse. En algunos casos, es posible que las organizaciones necesiten invertir en middleware o herramientas de integración API para facilitar una comunicación fluida entre diferentes sistemas. Al garantizar una integración fluida, las organizaciones pueden aprovechar los beneficios del monitoreo en tiempo real sin interrumpir sus operaciones existentes. La implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real puede plantear varios desafíos, pero con las estrategias y soluciones adecuadas, estos obstáculos se pueden superar. Al abordar la sobrecarga de datos, la escalabilidad, la latencia de la red, la seguridad y privacidad y los problemas de integración, las organizaciones pueden establecer una infraestructura de monitoreo sólida. Además, al elegir las mejores opciones, como técnicas de análisis avanzadas, escalabilidad basada en la nube, informática de punta y sólidas medidas de seguridad, las organizaciones pueden garantizar un monitoreo efectivo en tiempo real que constituye la columna vertebral de los sistemas de ejecución automática.

Desafíos y soluciones en la implementación del monitoreo en tiempo real

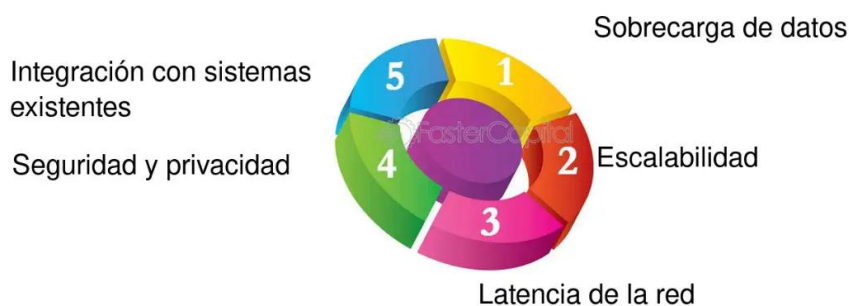


Figura 2: Desafíos y soluciones del monitoreo en tiempo real. Fuente: (Ahmed, 2021).

## Raspberry Pi

Es un ordenador de placa reducida o placa única de bajo coste, desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas. El diseño incluye un Raspberry Pi 4 Model B, que contiene un procesador central (CPU) ARM Cortex-A71 1.5Ghz, un procesador gráfico (GPU) Video Core IV@500Mhz, y 4GB

de memoria RAM. El diseño no incluye un disco duro ni unidad de estado sólido, ya que usa una tarjeta SD para el almacenamiento permanente; tampoco incluye fuente de alimentación ni carcasa. En cuanto al SO El Raspberry Pi usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debían que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse. La SBC de la Raspberry Pi Foundation es la auténtica y oficial, aunque hayan salido competidores. Esta placa surgió como estímulo para las escuelas y el acercamiento de las ciencias de la computación a más personas. El primer germen apareció en 2006, aunque era una placa basada en microcontrolador Atmel ATmega644 similar a los de Arduino. Al ser abierta, tanto sus esquemas y los datos de diseño están disponibles para su descarga, y es aquí donde radica su mayor éxito, junto con su precio asequible Pero no sería hasta 2009 cuando se creó la Fundación Raspberry Pi en Caldecote, South Cambridgeshire (Reino Unido) y sus fundadores son: Eben Upton, David Braden, Jack Lang, Pete Lomas, Alan Mycroft y Robert Mullins.



*Figura 3: Raspberry Pi. Fuente: Fundación Raspberry Pi (2012)*

## **Metodología**

En este tipo de estudio se emplearon métodos descriptivos y de investigación de campo, ya que, la experiencia se llevó a cabo entre usuarios de este tipo de enfoque virtual. La observación directa, las entrevistas y los cuestionarios se utilizarán en esta práctica para la recopilación de la información detallada sobre las dificultades y los problemas asociados a este enfoque de realidad virtual. (Arias 2018) afirma que, para elegir la estrategia de investigación más eficaz para resolver el problema de estudio, hay que conocer los procedimientos de investigación y comprender en qué consiste cada uno de ellos. "El tipo de investigación que pretende describir algunas características

fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utiliza criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o comportamiento de los fenómenos objeto de estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes" es como Martínez (2019) define la investigación descriptiva, que es el nivel en el que se realizará.

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar y poner en práctica una técnica de registro y visualización de parámetros en línea de bajo coste. Esta tecnología estará fácilmente disponible y ayudará a las pequeñas y medianas empresas en su transición digital, al tiempo que contribuirá al medio ambiente. Con la ayuda de este sistema, se podrán supervisar y controlar en tiempo real variables de diversos ámbitos de las ciencias de la tierra, lo que mejorará la recopilación de datos, aumentará la eficiencia de los recursos y proporcionará información precisa para la toma de decisiones en los campos de investigación pertinentes. Puede utilizarse, por ejemplo, para hacer un seguimiento de la calidad de los factores medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un proyecto minero de pequeña o mediana envergadura.

## **Materiales y métodos**

El enfoque utilizado en este estudio se concentró en implementar el procesamiento en tiempo real utilizando Raspberry Pi, IoT y computación en la nube. Este enfoque es útil para la supervisión y el control en diversos contextos de las ciencias de la tierra, como la minería, el agua y nuestros hogares, donde mejoran nuestra calidad de vida. La principal aportación se encuentra en la optimización de recursos, la identificación temprana de problemas y la toma de decisiones bien informadas.

Para identificar las características y variables precisas que debían vigilarse, en esta fase se llevó a cabo un análisis. Durante este procedimiento se evaluaron una serie de criterios, entre ellos la controlabilidad, la pertinencia y el efecto en el contexto de la vigilancia. Una amplia investigación bibliográfica y una evaluación de las necesidades concretas del entorno sirvieron de base para la determinación exacta de estas características.

## **Población en estudio**

<b>Población</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
PERSONAS EN ESTUDIO	50	100%
total	50	100%

*Fuente: Elaboración Propia.*

El estudio se calculará en una pequeña porción de la población no mayor a cien personas. Por consiguiente, no será necesario efectuar un muestreo de la población.

### Recolección de información

Se ha manejado la herramienta Formularios para el despliegue del instrumento de recolección tipo "Cuestionario" ya que facilita el planteamiento, alcance y manejo de los datos. En palabras de Tamayo y Tamayo (2018), "el cuestionario abarca los aspectos del fenómeno que se piensan esenciales; también accede aislar ciertos problemas que nos afectan principalmente; reduce la realidad a un cierto número de datos esenciales y precisa el objeto de estudio".

### Resultados de la encuesta

**Pregunta 1.- ¿Cuáles de las tecnologías inalámbricas provee más conectividad mediante Raspberry Pi, IoT y Cloud Computing en tiempo real?**

Tecnología	Encuestados	Porcentaje
Wi-fi	50	100%
bluetooth	0	0
zigbee	0	0
Total	50	100%

*Figura 4. Tecnología inalámbrica que proveen conectividad. Fuente: Elaboración propia*

Según la Figura 4, que muestra los patrones de los datos de respuesta, casi el 100% de los encuestados cree que Wi-Fi es la tecnología principal que ofrece más conectividad y fiabilidad para procesar diferentes métodos tecnológicos en tiempo real.

**Pregunta 2.- ¿En qué área o servicio se aplica el procesamiento en tiempo real mediante Raspberry Pi, IoT y Cloud Computing?**

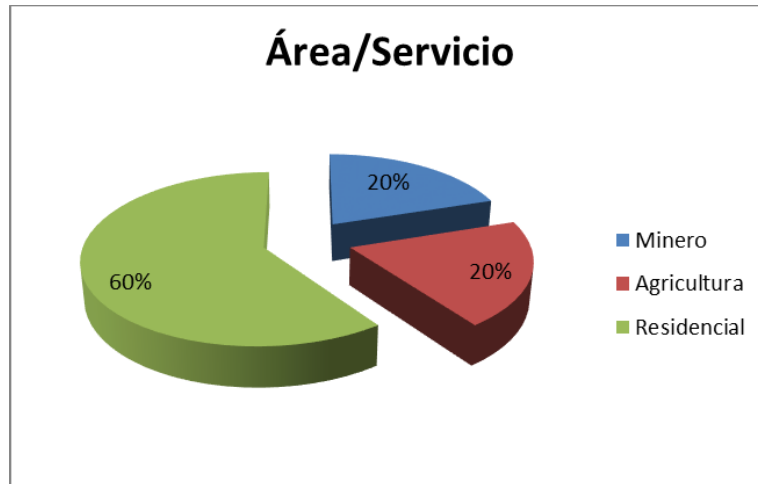


Figura 5. Áreas o Servicio donde es aplicado el procesamiento en tiempo real. Fuente: Elaboración propia

### Análisis e interpretación de resultados

El nivel residencial es donde más claramente se utiliza el procesamiento en tiempo real como servicio, como muestra el gráfico circular de la Figura 5. En él se observa que el 20% de los encuestados afirma que se utiliza en la minería y la agricultura en general, mientras que el 50% de los encuestados afirma que se utiliza a nivel residencial o doméstico. Dicho de otro modo, la mayoría pretende conseguir una calidad de vida más consistente y manejable.

**Pregunta 3.-** ¿Ha tenido algún reto a la hora de implantar el Sistema Integral para la vigilancia en tiempo real?

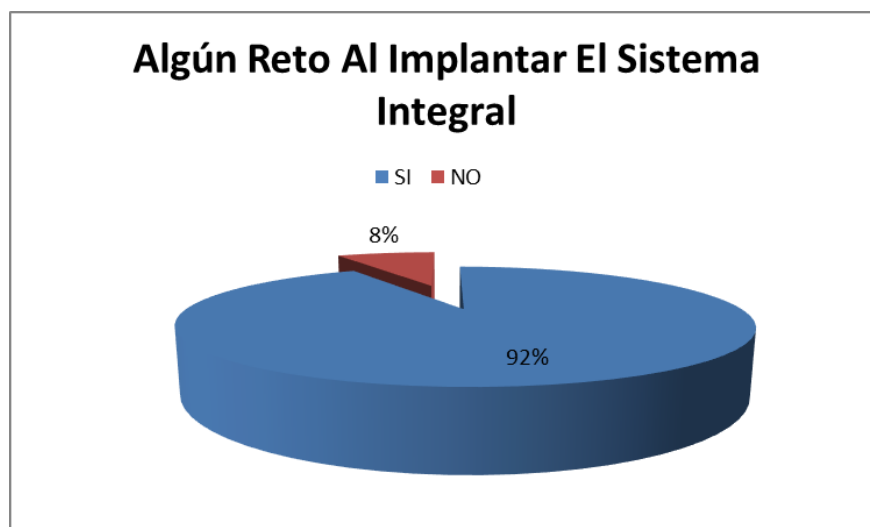


Figura 6. ¿Ha tenido algún reto a la hora de implantar el Sistema Integral para la vigilancia en tiempo real?

Fuente: Elaboración propia

### Análisis e interpretación de resultados

El 20% de los encuestados indicaron que no tenían problemas ni conflictos a la hora de diseñar el sistema integrado, según el análisis de los resultados que se muestra en la Figura 6. Es evidente que la mayoría de las personas tienen conflictos, lo cual es preocupante ya que, para crear un plan o un vínculo con el sistema de vigilancia que tenga como objetivo mejorar el bienestar humano, primero debe establecerse una concordancia con el sistema de vigilancia.

**Pregunta 4.-** ¿Qué expectativa tiene en la ejecución de la computación en nube, IoT con el procesamiento en tiempo real de Raspberry Pi?



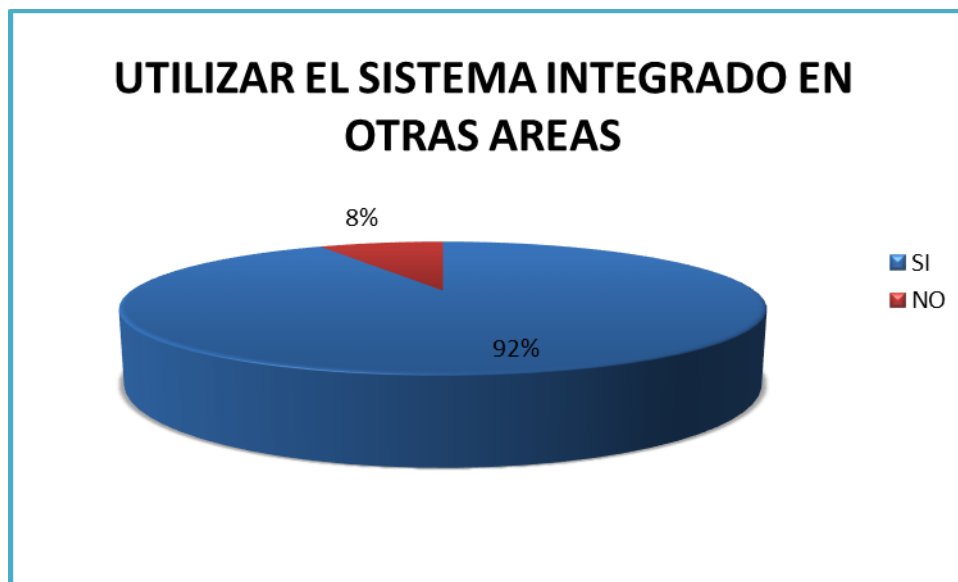
*Figura 7. ¿Qué expectativa tiene en la ejecución de la computación en nube, IoT con el procesamiento en tiempo real de Raspberry Pi? Fuente: Elaboración propia*

### Análisis e interpretación de resultados

Según los resultados del grado de expectación que se muestran en la Figura 7, el 54% de los encuestados están satisfechos, mientras que el 24% no están muy satisfechos. Sólo el 18% de los encuestados afirma que el procedimiento cumplió plenamente sus expectativas, y el 4% se declara completamente insatisfecho con la forma en que se gestionaron las cosas. Esto demuestra que, para complacer a la mayoría de las personas y cumplir las expectativas, se requiere una ejecución más minuciosa.

**Pregunta 10.-** ¿Le gustaría utilizar el sistema integrado de vigilancia medioambiental y procesamiento en tiempo real para otras aplicaciones, como la agricultura, minería y agua?





*Figura 8. ¿Le gustaría utilizar el sistema integrado de vigilancia medioambiental y procesamiento en tiempo real para otras aplicaciones, como la agricultura, minería y agua? Fuente: Elaboración propia*

### **Análisis e interpretación de resultados**

El 92% de los encuestados estaría interesado en emplear el procesamiento en tiempo real, que ofrece la asistencia de Tecnologías y Desarrollo Web en otras áreas o servicios, según los datos que muestra la Figura 8; el 8% de los encuestados no expresa ningún interés. Se trata de un resultado realmente alentador, ya que demuestra que existe un alto nivel de interés y demanda de este tipo de plataformas.

### **Resultados y discusión**

Con el fin de proporcionar una supervisión más exhaustiva en diversas industrias o servicios, como la minería, el procesamiento en tiempo real mediante Raspberry Pi, IoT y la computación en la nube tiene como objetivo identificar los diversos aspectos que deben supervisarse. Por ejemplo, en la agricultura, se buscan datos sobre la temperatura y la humedad en función de la importancia de estas variables en contextos particulares, como la agricultura de precisión, la calidad del aire y del agua, y la supervisión estructural como factor de seguridad. Además, la vigilancia de la calidad del aire y el agua es esencial para evaluar la contaminación y la salud pública como parte de las buenas prácticas hacia una producción sostenible en industrias como la minería y la energía.

Los sensores, interfaces y programas de software que permiten las conexiones y el intercambio de datos a través de Internet entre máquinas, electrodomésticos, coches y muchos otros dispositivos producen volúmenes masivos de datos. Los requisitos de ancho de banda de red están limitados por el desarrollo de dispositivos IoT, que generan volúmenes masivos de datos que deben gestionarse en centros de datos. Los dispositivos IoT hacen uso de la potencia de procesamiento que se encuentra cerca de un dispositivo físico o de una fuente de datos. En lugar de ser transportados a un lugar central para su consulta, los datos generados por los dispositivos y sensores IoT tienen que ser examinados en el borde de la red con el fin de ser utilizados para una acción rápida o la solución de problemas.

## **Conclusiones**

Sin que lo sepamos, la Internet de los objetos (IoT) está impregnando todos los aspectos de nuestro entorno. Cada vez vemos más objetos y sensores conectados en red, que nos proporcionan información puramente informativa como es la temperatura, humedad o, por el contrario, información crucial como una alerta de intrusión que nos avisa de niveles bajos de azúcar en sangre. Este proyecto no sólo nos ha presentado el concepto de IoT, sino que hemos podido analizar plataformas web donde subir esos datos recogidos por los sensores, poder analizarlos para realizar estadísticas, incluso interactuar con esos datos en otros sistemas externos.

El uso de plataformas IoT ha facilitado la recopilación, el procesamiento y la supervisión de datos de temperatura y humedad. Estas tecnologías han hecho posible la conexión de dispositivos a larga distancia, permitiendo la visualización y el análisis de datos en tiempo real. Además, la ejecución de algoritmos modulares y protocolos de autenticación ha mejorado la escalabilidad y la seguridad del sistema. En lugares remotos con recursos limitados, esta arquitectura ofrece un marco fiable para recopilar y evaluar parámetros medioambientales.

Por este motivo, fue necesario implementar una tecnología que busca realizar una acción sólo cuando el valor de entrada fuera diferente del valor anterior. Si los retardos se tratan en el código de programación, las tarjetas tardan un tiempo extra en realizar una acción, lo que hace que la comunicación entre dispositivos no sea óptima ya que no se estaría realizando un intercambio de datos en tiempo real. Cuando se trata de enviar datos en tiempo real, es fundamental verificar que los datos enviados entre dispositivos se reflejen en un periodo de tiempo muy corto. La falta de programación puede provocar conflictos en este ámbito.

La capacidad de la Raspberry Pi para ejecutar un sistema operativo como Linux e interactuar con un sinnúmero de aplicaciones externas es su mayor ganancia. Dado que la Raspberry Pi es un miniordenador con capacidad para instalar un sistema operativo, se pueden ejecutar diversas aplicaciones para medir el rendimiento y la velocidad de los datos generados en la red, lo que la convierte en la arquitectura más adecuada. Como resultado, es posible monitorizar tanto la funcionalidad de la arquitectura como los dispositivos IoT que están vinculados a ella.

## Referencias

1. Ahmed, M., Mumtaz, R., and Hassan-Zaidi, S.M., Analysis of water quality indices and machine learning techniques for rating water pollution: a case study of Rawal Dam, Pakistan. *Water Supply*, 21(6), pp. 3225–3250, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2166/ws.2021.082> [11] Mendez-Chaves, D., Perez, M., Farfan, A., and Gerlein, E., IDC
2. Balarengadurai, C., Akilandeswari, A., Raja, A., and Kalimuthu, K., Community-friendly and cost-effective monitoring device for environmental pollution using IOT. *Journal of Physics: Conference Series*, 1964, art. 042030, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1964/4/042030>
3. Berger, C., Eichhammer, P., Reiser, H.P., Domaschka, J., Hauck, F.J., and Habiger, G., A survey on resilience in the IOT. *ACM Computing Surveys*, 54(7), art. 62513, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1145/3462513>
4. Gulati, K., Kumar-Boddu, R.S., Kapila, D., Bangare, S.L., Chandnani, N., and Saravanan, G., A review paper on wireless sensor network techniques in Internet of Things (IOT). *Materials Today: Proceedings*, 51, pp. 161–165, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.067>
5. Işikdağ, Ü. IOT architecture for facilitating integration of geoinformation. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 5(1), pp. 15–25, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26833/ijeg.587023>
6. Kang, L., Street architecture landscape design based on wireless internet of things and GIS System. *Microprocessors and Microsystems*, 80, art. 103362, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103362>

7. Mutjaba, Y., and Elmustafa, A., Internet of Things in smart environment: concept, applications, challenges, and future directions, *World Scientific News*, [Online]. 134(1), pp. 1-51, 2019. [Date of reference November 10th of 2023] Available at: [https://www.researchgate.net/publication/335207701\\_Internet\\_of\\_things\\_in\\_Smart\\_Environment\\_Concept\\_Applications\\_Challenges\\_and\\_Future\\_Directions](https://www.researchgate.net/publication/335207701_Internet_of_things_in_Smart_Environment_Concept_Applications_Challenges_and_Future_Directions)
8. Raj, A. (2019, 7 de mayo). LoRa with Raspberry Pi – Peer to Peer Communication with Arduino. *CircuitDigest*. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/raspberry-pi-with-lora-peer-to-peer-communication-with-arduino>.
9. Raju, K. R. S. R., & Varma, G. H. K. (2017). Knowledge based real time monitoring system for aquaculture using IoT. En 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC) (pp. 318-321). <https://doi.org/10.1109/iacc.2017.0075>
10. Rayes, A., & Salam, S. (2016). The things in IoT: Sensors and actuators. En *Internet of Things from hype to reality* (pp. 57-77). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44860-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44860-2_3)
11. Ríos Julcapoma, M., & Yauri Rodríguez, R. (2017). Internet de las cosas en el monitoreo de la calidad del agua para acuicultura en la Amazonía. Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana; Universidad Nacional de Ingeniería.
12. Tao, W., Zhao, L., Wang, G., and Liang, R., Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 189, art. 106352, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106352>
13. The Raspberry Pi Foundation. (2021). Raspberry Pi 4 Model B specifications – Raspberry Pi. *Raspberry Pi*. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>
14. Weather Works. (2020, 3 de septiembre). How to measure temperature correctly. <https://weatherworksinc.com/news/temperature-measurement>
15. Yang, C.T., Chen, H.W., Chang, E.J., Kristiani, E., Nguyen, K.L., and Chang, J.S., Current advances and future challenges of AIOT applications in particulate matters (PM) monitoring and Control. *Journal of Hazardous Materials*, 419, art. 126442, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126442>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).