

CONCLUSIONES

El uso de metodologías de diseño tecnológico de actualidad y apegadas al contexto local permitió el desarrollo de una solución viable, tanto económica como tecnológicamente, que en primera instancia ha demostrado ser una opción efectiva en la solución al monitoreo remoto de parámetros de calidad de agua. El sistema de IoT fruto de este proyecto se convierte en una herramienta de apoyo a las labores de monitoreo, que, en contraste a opciones de monitoreo de trabajos previos, tiene la diferencia de que el

sistema recomendado se desarrolló con tecnologías de punta y bajo costo, lo que permite efectividad en su labor, además de una ventaja al querer escalar el sistema a escala nacional o regional. Se tiene proyectado desarrollar más estaciones para diferentes locaciones del territorio nacional y realizar experimentos de validación en conjunto con Cendepesca. También se está trabajando en proyectos para analizar los datos producidos y desarrollar pronósticos y/o alertas sobre el estado de salud de los peces.

Autoridades Utec

Lic. José Mauricio Loucel Funes
Presidente de la Universidad

Dr. José Mauricio Loucel
Vicepresidente de la Universidad

Dr. Carlos Reynaldo López Nuila
Vicepresidente Administrativo

Dr. Nelson Zárate
Rector Utec

Dra. Noris Isabel López Guevara
Vicerrectora de Investigación y Proyección Social

Dra. Camila Calles Minero
Directora de Investigaciones

OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Turismo
- Migración internacional
- Desarrollo e innovación tecnológica
- Psicología social
- Educación

INVESTIGACIÓN EN BREVE

Es una colección de fascículos que resumen los resultados de las investigaciones realizadas por la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social.

No hay enseñanza sin investigación ni investigación sin enseñanza
Pablo Freire



www.utec.edu.sv

Centro de llamadas: 2275-8888
Maestrías: 2275-2700



IndicaRSE²
ORGANIZACIÓN
AUTOEVALUADA



VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Calle Arce y 19ª avenida Sur n.º 1045, edificio Dr. José Adolfo Araujo Romagoza.

San Salvador, El Salvador, (503) 2275-1013 / 2275-1011

Universidad Tecnológica
de El Salvador



Universidad Tecnológica
de El Salvador



n.º 36

ABRIL 2024

INVESTIGACIÓN EN BREVE

Vicerrectoría de Investigación
y Proyección Social



Implementación de tecnologías 4.0
en el mejoramiento de la calidad en la
producción del sector acuícola
de El Salvador

Omar Otoniel Flores Cortez

Dirección de Investigaciones

omar.flores@utec.edu.sv

<https://orcid.org/0000-0003-1754-4090>



Implementación de tecnologías 4.0 en el mejoramiento de la calidad en la producción del sector acuícola de El Salvador

Resumen

La falta de capacidad de monitoreo en los países en desarrollo resalta la importancia de verificar la calidad del agua, especialmente en sectores como la acuicultura. Este trabajo propone un sistema de internet de las cosas (IoT) de bajo coste para monitorear la calidad del agua, que consta de una estación equipada con sensores que envían datos a una plataforma web para su almacenamiento y visualización. Los resultados incluyen un prototipo funcional del nodo y la plataforma IoT, así como la implementación en un caso de uso.

Introducción

Uno de los usos del agua en el área de producción alimentaria de la población es la acuicultura, actividad que actualmente se encuentra en franco crecimiento en El Salvador. El ente estatal encargado de la regulación, vigilancia y tecnificación de dicha actividad es el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (Cendepesca). Debido a múltiples factores, las visitas de monitoreo a los sitios no pueden ser efectivas en tiempo ni eficaces en notificar al productor para que tome acciones que prevengan una pérdida de producción por cambios fuera de rango en las lecturas de indicadores de la calidad del agua de los estanques. La propuesta es un sistema

electrónico basado en tecnologías de IoT, con sensores para la lectura del nivel de concentración de parámetros de calidad del agua de los estanques y, además, el sistema será capaz de enviar estos datos vía internet para su visualización remota. El objetivo de esta investigación es diseñar y desarrollar un sistema de monitoreo remoto con tecnologías IoT que provea información en tiempo real sobre parámetros de calidad del agua utilizada en estanques de acuicultura para apoyar medidas que reduzcan las pérdidas en la producción.

Metodología

Definición de requisitos: El sistema se divide en tres bloques. 1) **Nodo IoT:** El dispositivo que está en contacto con el elemento o fenómeno a monitorizar, en este caso, el estanque de crianza. El nodo IoT tiene sensores sumergibles capaces de leer magnitudes como temperatura, (T), oxígeno disuelto (DO) y alcalinidad (PH); un controlador digital central programado (CPU) para realizar una lectura periódica del sensor y a su vez transmitir por medio de un transceptor de radiofrecuencia. 2) **Comunicación:** La estación está dotada de capacidad de transmisión inalámbrica usando la red wifi para acceder a internet y subir los datos recolectados. 3) **Plataforma IoT:** Aplicación en la nube donde se almacena, procesa y despliega la información de los parámetros de calidad del agua del estanque monitoreado. **Definición funcional:** El diseño del sistema propuesto se basó en la automatización de la lectura, procesamiento y envío de datos de los sensores. Además, se consideró que sea un sistema de modelado de bajo costo y una solución de baja complejidad en la que los datos involucrados no son de gran volumen, y no se requiere una gran potencia de cálculo para la ejecución de los procesos. Los componentes funcionales del sistema diseñado se definen en la figura 1.

Diseño operacional: Para el hardware se utilizó el microcontrolador Atmega328 como unidad central de procesamiento del nodo IoT, sensores sumergibles de Atlas Scientific, uno para cada magnitud a monitorear. El circuito integrado Esp8266 se utilizó como transceptor wifi y para alimentar el sistema se utilizó una fuente de alimentación a 5,5 W. La figura 2 muestra el diseño operacional del sistema. **Desarrollo de aplicaciones:** El programa de control que se ejecuta en la estación se escribió utilizando el lenguaje de programación Arduino C y se almacena en la memoria del propio microcontrolador dentro de la estación. La aplicación en la plataforma se programó utilizando las herramientas de programación gráfica del servicio Thingier.

Resultados

Prototipo de Nodo IoT: Tiene la capacidad de tomar lecturas de temperatura, oxígeno disuelto y alcalinidad del agua. El prototipo se ha basado en la elección de componentes electrónicos de última generación, así como asequibles y eficientes; y está abierto a la expansión de magnitudes por monitorear. **Plataforma en línea:** Para la conexión con la estación, almacenamiento de los datos de recolectados por la estación y despliegue web para el monitoreo desde cualquier dispositivo con acceso a internet. **Implementación en campo:** El sistema completo se implementó en una prueba de campo en las instalaciones de la Granja El Edén, localizada en Acajutla, Sonsonate. El sistema propuesto se instaló en un estanque dedicado a la crianza de pez tipo tilapia (ver las figuras 3 y 4).

El sistema completo se implementó en una prueba de campo en las instalaciones de la Granja El Edén, localizada en Acajutla, Sonsonate. El sistema propuesto se instaló en un estanque dedicado a la crianza de pez tipo tilapia (ver las figuras 3 y 4).

El sistema completo se implementó en una prueba de campo en las instalaciones de la Granja El Edén, localizada en Acajutla, Sonsonate. El sistema propuesto se instaló en un estanque dedicado a la crianza de pez tipo tilapia (ver las figuras 3 y 4).

Figura 3. Implementación de prueba en campo del sistema propuesto

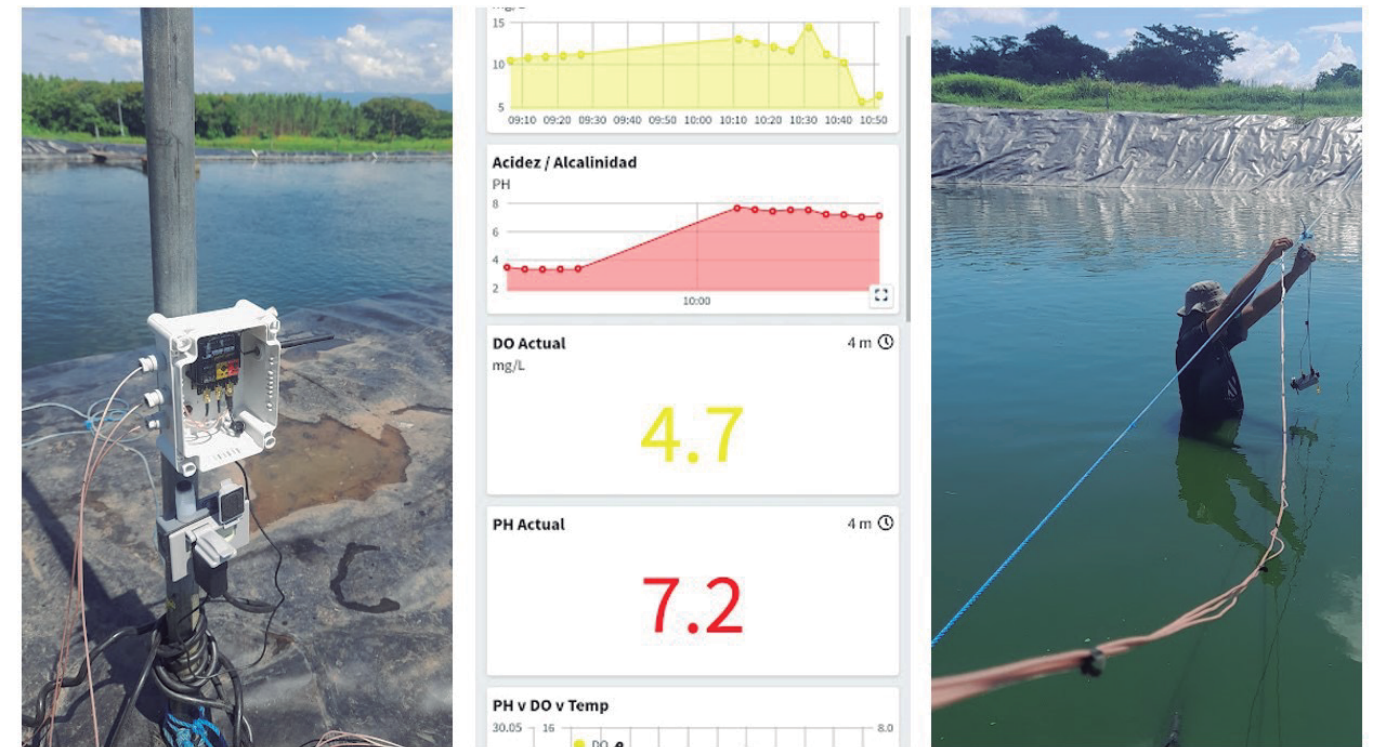


Figura 4. Página web de monitoreo del sistema implementado

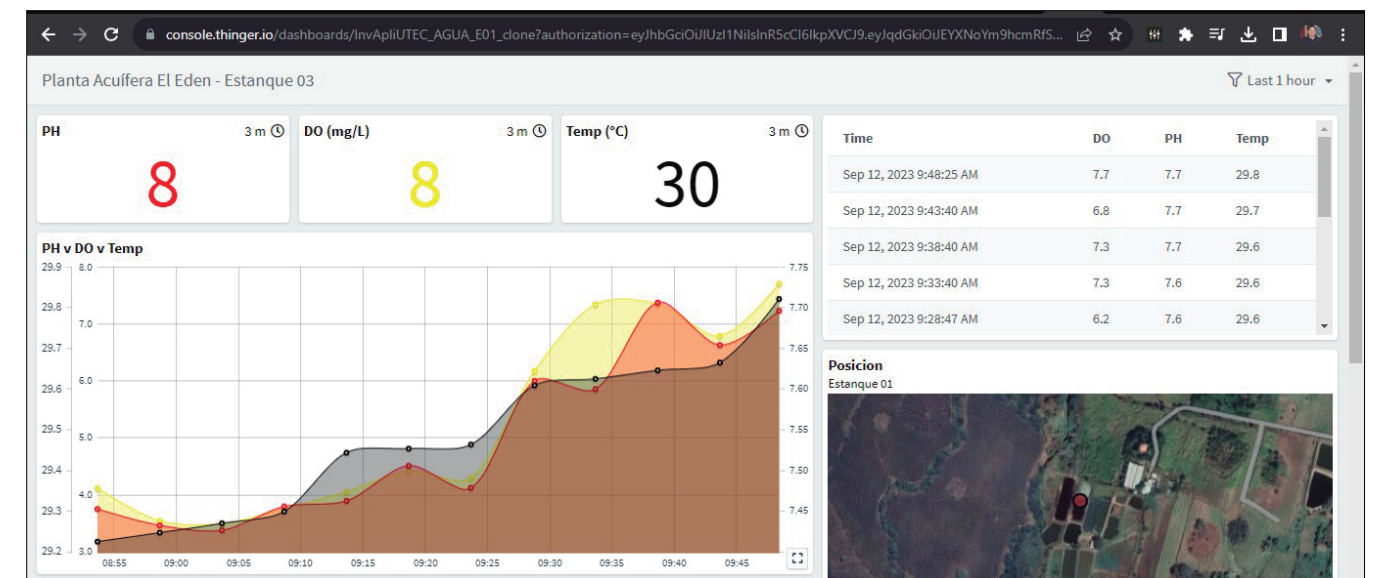


Figura 1. Diseño funcional del sistema propuesto

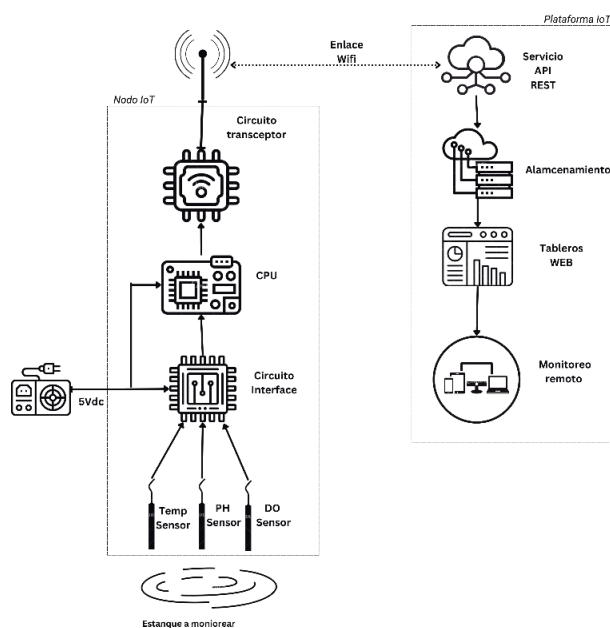


Figura 2. Diseño operacional del sistema propuesto

