



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Propuesta de automatización del monitoreo de Oxígeno para  
mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola en  
Tumbes**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR :**

Valencia Valverde, Ronald Javier ([orcid.org/0000-0003-3770-3917](https://orcid.org/0000-0003-3770-3917))

**ASESOR:**

Dr. Davila Hurtado, Fredy ([orcid.org/0000-0001-8604-8811](https://orcid.org/0000-0001-8604-8811))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DAVILA HURTADO FREDY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno para mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola en Tumbes", cuyo autor es VALENCIA VALVERDE RONALD JAVIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, 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.

CHICLAYO, 22 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DAVILA HURTADO FREDY DNI: 16670066 ORCID: 0000-0001-8604-8811	Firmado electrónicamente por: FRDAVILAH el 14-08- 2024 21:45:53

Código documento Trilce: TRI - 0828613



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, VALENCIA VALVERDE RONALD JAVIER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno para mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola en Tumbes", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
RONALD JAVIER VALENCIA VALVERDE DNI: 45989015 ORCID: 0000-0003-3770-3917	Firmado electrónicamente por: RVALENCIAVA10 el 22-07-2024 09:25:24

Código documento Trilce: TRI - 0828614

## **Dedicatoria**

Con inmensa gratitud y profundo respeto, dedico este logro a todos aquellos que han sido parte fundamental de mi camino académico. A mis padres, por su incondicional apoyo y sacrificio, quienes siempre creyeron en mis capacidades y me brindaron la motivación necesaria para seguir adelante. A mi profesor y mentores, cuya sabiduría y guía fueron vitales para mi formación profesional y personal. A mis amigos y compañeros de estudio, por su camaradería y estímulo constante, que hicieron de este viaje uno lleno de aprendizajes y momentos memorables.

## **Agradecimiento**

Quisiera expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Su amor incondicional, apoyo constante y sabias enseñanzas han sido la guía que me ha permitido culminar mis estudios. Gracias por creer en mí y por sacrificar tanto para que pudiera alcanzar mis metas. Este logro es tanto mío como suyo, y no habría sido posible sin su incansable dedicación y fe en mis capacidades. Les estaré eternamente agradecido.

## Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	9
III. RESULTADOS	11
IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS	36
ANEXOS	39

## Índice de figuras

Figura 1 Sensor óptico de oxígeno.....	7
Figura 2 Monitoreo convencional en criadero de langostinos .....	13
Figura 3 Estanques de criaderos de langostinos.....	14

## Índice de tablas

Tabla 1 Valores de oxígeno de los estanques de langostinos .....	11
Tabla 2. <i>Listado de los dispositivos eléctricos y el diseño del tablero.</i> .....	21
Tabla 3. <i>Presupuesto económico del sistema de monitoreo automatizado.</i> .....	24
Tabla 4. <i>Costo del tablero eléctrico.</i> .....	24
Tabla 5. <i>Costo servicios de terceros</i> .....	25
Tabla 6. <i>Presupuesto total.</i> .....	26
Tabla 7. <i>Flujo de egresos.</i> .....	26
Tabla 8. <i>Flujo de Ingresos por campaña</i> .....	27
Tabla 9. <i>Flujo neto efectivo proyectado.</i> .....	27
Tabla 10. <i>Rentabilidad de VAN y TIR.</i> .....	29



## Resumen

Se realizó un informe sobre la Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno para mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola en Tumbes donde se tuvo como objetivo principal elaborar un sistema de monitoreo automatizado para monitorear los niveles de oxígenos en los criaderos de langostinos en una empresa acuícola ubicada en Tumbes, se consideró 4 objetivos específicos: Realizar el diagnóstico de la situación actual de la producción del langostino, indicando los valores de oxígeno en los estanques en una empresa acuícola en Tumbes, Determinar los parámetros del sistema de monitoreo de oxígeno, de acuerdo a las necesidades de la empresa, Seleccionar los componentes eléctricos, mecánicos y de control del sistema de monitoreo, en base a los parámetros de diseño, Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR; para ello se consideraron técnicas como la observación y el análisis documental e instrumentos como la ficha de apuntes, se utilizó un diseño no experimental, tipo aplica y un enfoque cuantitativo. En los resultados se describió la situación de la empresa para posteriormente realizar un diagnóstico con el propósito de saber la causa que hace reducir los niveles de oxígeno del estanque de crianza en las horas nocturnas, dificultando el crecimiento del langostino y en algunas ocasiones la muerte del crustáceo, seguidamente mediante las características de la empresa se determinaron los parámetros del sistema de monitoreo automatizado, como el nivel de tensión de 220 v, las dimensiones del estanque de langostino de 1 hectárea, los niveles de oxígeno entre 4 – 8 mg/l, la temperatura 20 – 25° y salinidad entre 13 -17 ppt, para mejorar la producción acuícola, luego se realizó una selección de componentes que conformaron el sistema de monitoreo automatizado, donde se realizaron cálculos mecánicos y eléctricos para obtener la capacidad del aireador de 7 hp, pero se seleccionó de 3 y 2 hp porque son las que cuenta la empresa, además un sensor óptico, cable de 4 mm y otros componentes del tablero y del control del PLC. Finalmente, se desarrolló una evaluación económica, obteniendo un TIR del 33% y VAN de S/ 13,157.93.

Palabras clave: Sistema de monitoreo, Langostinos, mejora de producción.

## Abstract

A report was made on the Proposal for automation of oxygen monitoring to improve shrimp production in an aquaculture company in Tumbes where the main objective was to develop an automated monitoring system to monitor oxygen levels in shrimp farms in a aquaculture company located in Tumbes, 4 specific objectives were considered: Carry out the diagnosis of the current situation of shrimp production, indicating the oxygen values in the ponds in an aquaculture company in Tumbes, Determine the parameters of the oxygen monitoring system, according to the needs of the company, Select the electrical, mechanical and control components of the monitoring system, based on the design parameters, Perform an economic evaluation using the NPV and IRR indicators; For this, techniques such as observation and documentary analysis and instruments such as the note sheet were considered, a non-experimental design, applied type and a quantitative approach were used. The results described the situation of the company to subsequently carry out a diagnosis with the purpose of knowing the cause that reduces the oxygen levels of the breeding pond at night, hindering the growth of the shrimp and sometimes the death of the shrimp. crustacean, then using the characteristics of the company, the parameters of the automated monitoring system were determined, such as the voltage level of 220 v, the dimensions of the 1 hectare shrimp pond, the oxygen levels between 4 – 8 mg/l, temperature 20 – 25° and salinity between 13 -17 ppt, to improve aquaculture production, then a selection of components was made that made up the automated monitoring system, where mechanical and electrical calculations were carried out to obtain the aerator capacity of 7 hp, but 3 and 2 hp were selected because they are what the company has, in addition to an optical sensor, 4 mm cable and other components of the board and PLC control. Finally, an economic evaluation was developed, obtaining an IRR of 33% and NPV of S/ 13,157.93.

Keywords: Monitoring system, Prawns, production improvement.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector pesquero es uno de los sectores con menor tecnología en el mundo, pero a medida del paso del tiempo este sector ha ido evolucionando a gran escala, tanto así que muchos países europeos, asiáticos y americanos se dedican a la exportación de pescados, crustáceos y mariscos, siendo este sector su principal centro económico del país (Laban, 2021).

A nivel internacional, la acuicultura mundial ha ido evolucionado de manera considerable, implementado nuevas tecnologías como es la automatización, tal es el caso de los países de Noruega, china y chile, principales exportadores de pescados, mariscos, crustáceos y moluscos, que han incrementado su tecnología para fomentar mayor producción de exportación, generando mayores ingresos económicos hacia su país (Vizcarra, 2022).

En el país sudamericano ecuador, principal exportador de langostinos de América latina, ha mejorado considerablemente su producción que ha implementado la automatización en los estanques de crianzas de langostinos, con la finalidad de mejorar la crianza de sus crustáceos e incrementar la producción, para conseguir la demanda requerida de estos crustáceos en cuanto a la exportación (Zavala, 2021).

A nivel nacional, el Perú presenta un considerable nivel de exportación de crustáceos, como son los departamentos de Piura y Tumbes, principales exportadores de langostinos, que realizan la crianza de mencionados crustáceos en grandes estanques de agua tratada, realizando un monitoreo convencional en su crianza, para posteriormente sea exportado a países desarrollados con es el caso de los Estados Unidos (Mendoza & Berger, 2024).

A nivel regional, el departamento de Tumbes ubicado en el norte del país, exporta más del 90% de langostinos de todo el Perú, presentando grandes estanques de crianzas de mencionados crustáceos, que son monitoreados por personas que vigilan la producción durante todo el día (Alva, 2021).

En una empresa acuícola ubicada en el departamento de Tumbes, cuenta con grandes hectáreas de terreno, que son dedicadas a la crianza de langostinos en estanques de agua, dicha empresa realiza un monitoreo convencional en la crianzas de este tipo de crustáceos, es decir que hay personas que mediante vehículos móviles se dirigen hacia los estanques para supervisar la crianza de los langostinos, detallando que el agua de los estanque disminuye el índice de oxígeno durante la noche a comparación del resto del día, perjudicando así la producción langostinera y generando pérdidas económicas, ya que al detectar un bajo nivel de oxígeno en el agua de los estanques perjudica la producción del langostino, en casos extremos la empresa agrega alguna sustancia costosa (peróxido de hidrógeno) que hace que los crustáceos puedan seguir viviendo con bajo nivel de oxígeno en el agua, pero ello no se aplica frecuentemente por su alto costo.

Dentro del contexto mencionado se formuló el problema de investigación ¿Cómo mejorar la producción del langostino, mediante la automatización del monitoreo de los niveles de oxígeno en una empresa acuícola, Tumbes?

El presente formato de investigación se justificó porque permitió a la empresa realizar un mejor control y monitoreo de los niveles de concentración de oxígeno en los estanques de producción de langostinos y así mejorar su producción mediante el monitoreo automatizado, ya que brindará mejor crianza durante todo el día en los estanques de agua.

Además, se consideró como objetivo general: Automatizar el monitoreo de oxígeno para mejorar la producción de langostinos en una empresa acuícola, el cual se cumplió con el desarrollo de los objetivos específicos:

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la producción del langostino, indicando los valores de oxígeno en los estanques en una empresa acuícola en Tumbes.
- Determinar los parámetros del sistema de monitoreo de oxígeno, de acuerdo a las necesidades de la empresa.

- Seleccionar los componentes eléctricos, mecánicos y de control del sistema de monitoreo, en base a los parámetros de diseño.
- Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR.

Tomando en consideración la problemática y los objetivos planteados, se seleccionaron antecedentes internacionales y nacionales, que se muestran a continuación:

En el artículo de Flores & Aracena (2020); que tuvo como objetivo principal automatizar el procedimiento de los apuntes de índices de datos y eludir accidentes con respecto a los langostinos que se encuentran en observación. Utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de información como la observación directa e indirecta y las fichas técnicas donde figuran la situación que atraviesa el langostino. En sus resultados se comprobó la funcionalidad del monitoreo automatizado en el estanque de agua en tiempo real, se realizaron pruebas del sensor de temperatura, pruebas del sensor de oxígeno disuelto en el agua y las pruebas del sensor del pH. Se tuvo como conclusión que las pruebas que se ejecutaron no evidenciaron errores con respecto a la programación del sistema eléctrico, no obstante, en algunos sensores se mostraron algunas fallas en la toma de datos, demostrando que la precisión de la toma de datos se ve reflejado por la calidad que presenta el sensor.

Según Olivo & Verduzco (2021); en su investigación tuvo como objetivo desarrollar un prototipo de monitoreo automatizado en estanques de agua de camarones, mejorando la calidad, crianza y producción de los crustáceos, presentando como técnicas e instrumentos de recolección de datos a la observación directa e indirecta, las fichas técnicas y la revisión documental. Teniendo como resultados el desarrollo de un sistema de monitoreo automatizado que está compuesto por 3 nodos; un sensor, un coordinador y un nodo de publicación; para validar la función del prototipo de monitoreo se realizaron pruebas en las instalaciones del Instituto tecnológico de Colima – México, siendo un ambiente urbano óptimo para este tipo de sistemas, ejecutándose a diferentes distancias 50, 100 y 150 m. Como conclusión se tuvo que esta herramienta automatizada brinda un

monitoreo de gran eficiencia de parámetros fisicoquímicos y ayuda a facilitar la toma de mejores propuestas a los productores acuícolas, logrando mayor productividad y rentabilidad.

En su artículo de investigación Laban (2021); que realizó un plan de automatización en el monitoreo de la calidad del agua para aumentar la productividad en una empresa langostinera. La investigación es del tipo aplicada con enfoque cuantitativo, empleando técnicas e instrumentos de recaudación de datos como entrevista, análisis documental y ficha técnica. Se presentó como resultados el estudio de los parámetros críticos de la calidad del agua en los estanques, destacando el bajo nivel de oxígeno, que a diferencia del pH y la salinidad es el que más daña la crianza del langostino, creando así un monitoreo automatizado que mejore la crianza y a su vez la producción del langostino. En conclusión, mediante el nuevo sistema automatizado en el monitoreo de la crianza de camarones en los estanques de agua, ayudó a mejorar la producción en la empresa langostinera.

En su artículo de investigación Mendoza (2021); desarrolló una aplicación web en el sistema de monitoreo del oxígeno en el proceso de crianza de langostinos en la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes. Se presentó una investigación del tipo aplicado, enfoque cuantitativo, no experimental. Se aplicaron técnicas e instrumentos de recolección de datos como la observación directa e indirecta y las fichas técnicas de los antecedentes con respecto a la crianza de langostinos. Presentó como resultados el desarrollo de monitoreo del oxígeno que se encuentra en los estanques de crianza mediante una aplicación web, que tiene el propósito de digitalizar los datos obtenidos diariamente durante todo el procedimiento de la crianza de los crustáceos. Presentó como conclusión, que el sistema de monitoreo con aplicativo web realizó con éxito los reportes de los índices de oxígeno de los estanques de langostino.

En su artículo de investigación Rivera & Yapez (2021); presentó como objetivo principal optimizar el procedimiento para adquirir los datos de acuerdo a los parámetros de la calidad del agua de los estanques de criaderos, durante el monitoreo de la crianza de

peces en la etapa de producción, por medio del desarrollo de un sistema automatizado. Para este proyecto de investigación se presentó el tipo de investigación aplicada, enfocado a un perfil cuantitativo, con el diseño no experimental; aplicando técnicas e instrumentos de recaudación de datos como la observación directa e indirecta y las fichas técnicas con respecto a los parámetros de crianza. Presentó como resultados la instalación de un módulo que tiene como elementos a sensores que presentan la función de recaudar las medidas de los parámetros de la calidad del agua cada cinco minutos, los mismos que están conectados mediante un interfaz web que es accesible para el usuario y de fácil manejo.

En su artículo de investigación León (2021), presentó como objeto principal analizar el proceso de crianza para proponer un sistema de monitoreo y control eficaz mediante cartas de control y gráficos. Presentó una investigación No experimental, con enfoque cuantitativo del tipo aplicado, teniendo como técnicas e instrumentos de recaudación de datos la observación y las fichas técnicas del monitoreo de crías. Presentó como resultado el desarrollo del control estadístico de la variable peso, se definió que los peces estaban con exceso de peso y con bajo nivel de oxígeno, siendo este el motivo de su baja producción, para ello se realizó un monitoreo automatizado con sensores de oxígeno que son los que van a enviar constantemente los parámetros que se encuentran en los estanques diariamente. Se concluyó que el sistema automatizado en el monitoreo de oxígeno en los estanques de peces ayudó a mejorar la producción, siendo este sistema rentable para la empresa acuícola.

La automatización en el monitoreo es referida al control digitalizado, a través de un programa o aplicación que presenta tecnologías avanzadas, con el propósito de supervisar o analizar procesos, ya sean industriales o pesqueros de manera automática. El sistema de automatización está conformado por actuadores, sensores y un sistema de control, que logra una gestión más exacta y eficiente para la empresa (Lino, 2022)

El sistema de control se define como la implementación de tecnologías avanzadas para monitorear y gestionar de manera eficiente las condiciones ambientales y biológicas que afectan la salud y el crecimiento de los langostinos, este sistema busca optimizar los recursos y maximizar la producción a través de una supervisión precisa y en tiempo real (Cruz & Romero, 2022). Este sistema de control está conformado por diferentes sensores como es el sensor de pH, con el cual se mide el nivel de acidez o alcalinidad del agua, esencial para mantener un entorno saludable para los langostinos (Rodríguez, Vargas, & Morales, 2021), el sensor de oxígeno disuelto (DO), es el que monitorea los niveles de oxígeno en el agua, siendo crucial para la respiración de los langostinos (Gonzalez & Pérez, 2021), el sensor de temperatura, es el encargado de controlar la temperatura del agua, ya que las fluctuaciones pueden afectar el metabolismo y la salud de los langostinos; el sensor de salinidad; es el que detecta el nivel de sal en el agua, ya que la salinidad adecuada es fundamental para el bienestar de los langostinos (Rodríguez, Vargas, & Morales, 2021). Existen dos tipos de sensores, el galvánico y el óptico, siendo el de tipo óptico más utilizado en las empresas acuícolas por su eficiencia al monitorear en aguas profundas, con turbidez, en diferentes niveles de caudal que presenta el estanque, es decir se acopla adecuadamente al estanque de crianza acuícola. Sus otros componentes es la bomba y la válvula de agua; son las que regulan para ajustar la entrada y salida del agua, controlando así los parámetros de calidad del agua, el sistema de aireación; es el que garantiza la adecuada oxigenación del agua; el sistema de calefacción, es el que mantiene la temperatura del agua dentro de rangos óptimos (Fernández & García, 2022); el controlador programable (PLC); es el que gestiona las operaciones automáticas del sistema basado en datos recibidos de los sensores; el microcontrolador, es el que facilita la integración y operación de sensores y actuadores



(Hernández, Martínez, & Gómez, 2023); la plataforma de supervisión y adquisición de datos (SCADA); es el que permite la supervisión en tiempo real y el control remoto de los parámetros del criadero; la aplicación de análisis de datos, es el que utiliza el algoritmo de machine learning para predecir algún cambio en el entorno y optimizar las condiciones del criadero (Hernández, Martínez, & Gómez, 2023). Posteriormente; se tienen los protocolos de comunicación, siendo el que facilita la transferencia de datos entre sensores, actuadores y el sistema de procesamiento central. Para que se cumpla lo mencionado existen conexiones inalámbricas y cableada que aseguran la conectividad continua y confiable entre los diferentes componentes del sistema (Flores & Castillo, 2022). Finalmente, se presenta la alarma, es el que alerta al personal en caso de que los parámetros ambientales se desvíen de los rangos establecidos, ante ello se tienen los protocolos de respuesta automática; siendo el que activa los mecanismos correctivos inmediatos para minimizar el impacto de cualquier desviación (Cruz & Romero, 2022).

*Figura 1 Sensor óptico de oxígeno*



*Fuente: Elaboración propia.*

El oxígeno disuelto llamado también oxígeno gaseoso disuelto en agua, es el que se presenta como un indicador de gran importancia para determinar la calidad del agua, presentando niveles accesibles, que fluctúan entre los 5.00 y 8.00 mg/L. Principalmente este tipo de oxígeno disuelto se encuentra en los estanques de criaderos de animales acuáticos como los peces y crustáceos (Mayer, 2020). Estos criaderos de langostino, son desarrollados en estanques de agua de mar tratada, normalmente presentan una

profundidad promedio de 1,5 metros, se mantienen provisto al sistema de agitación con el propósito de mantener el agua con un buen nivel de oxígeno, que son cuidadosamente supervisadas para brindar buena producción y exportación de los crustáceos (Alva, 2021).

La mejora de producción del langostino; se hace referencia a la productividad, como son los resultados adquiridos en torno a un proceso, pasos o procedimientos, que al aumentar la productividad se obtendrá mejores resultados. Con respecto a lo anterior se puede deducir que la productividad se puede medir por el índice resultante de la división de los resultados logrados y los recursos que se han empleado (Mayer, 2020). Para que haya un mejor crecimiento del langostino se debe tener en cuenta los parámetros de la calidad de es la temperatura, es un importante parámetro para determinar la calidad del agua, este factor puede afectar el metabolismo de los langostinos, peces y camarones, los índices de alimentación y el grado de toxicidad del Amoníaco. La temperatura tiene también impacto directo en los índices de respiración de estos animales acuáticos e influye en la solubilidad del O<sub>2</sub>; el agua más cálida contiene menos O<sub>2</sub> que el agua más fresca (Mayer, 2020), lo otro sería la alcalinidad, presenta la función de amortiguación del agua, representando el monto de carbonatos y bicarbonatos; la alcalinidad varía de acuerdo al lugar y tipo de agua en la que se encuentra, en el mar se sabe que el índice es mayor que 100 ppm, mientras que agua dulce es menor que 100 ppm, afectando los índices de supervivencias de los crustáceos (León, 2021). Finalmente se tiene la salinidad, es la que describe la total concentración de iones inorgánicos disueltos que se encuentran en el agua; si la salinidad presenta niveles altos en los estanques o criaderos, entonces los peces y los crustáceos empezarán a perder agua al medio ambiente, teniendo como consecuencia la muerte de estos animales acuáticos (Mayer, 2020).

Aireador se define como dispositivo utilizado para aumentar el contenido de oxígeno disuelto en el agua. Esto es crucial en la acuicultura, ya que los niveles adecuados de oxígeno son esenciales para la salud y el crecimiento de los langostinos.

## II. METODOLOGÍA

El presente informe de tesis es del tipo aplicada, donde se utilizó datos e información de artículos científicos para brindar una solución a la situación problemática planteada, se utilizaron teorías básicas y conceptos sobre el tema del monitoreo automatizado, estanques de criaderos de langostino, con la finalidad de realizar una propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno para mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola en Tumbes. Asimismo, posee un enfoque cuantitativo y el diseño de investigación es no experimental.

Se estableció como variable independiente: Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno, en el tema conceptual, basada en teorías básicas de matemáticas, electricidad y electrónica que ayudan a desarrollar tareas repetitivas sin intervención del ser humano (Sánchez & Morales, 2020). En su definición operacional, Sistema que está conformado principalmente por sensores, actuadores y un tablero PLC que permite obtener de manera automatizada los índices de temperatura, nivel de oxígeno y alcalinidad. La variable dependiente es; Mejorar la producción del langostino. Se sostiene de manera conceptual, que es realizado a base de métodos o sistemas planificados que aumentan la productividad de una empresa (Lino, 2022). En su definición operacional, Actividad que mediante una inversión se busca aumentar la producción, obteniendo mejores resultados en la tasa de incremento. La tabla de operacionalización se encuentra en el anexo 01.

La población, se definió como todos los sistemas de monitoreo de las empresas acuícolas de Tumbes. Mientras que la muestra, se seleccionó el sistema de monitoreo de una empresa acuícola de Tumbes. El método de muestreo empleado fue No probabilístico, lo que significa que la selección de la muestra no se basó en la probabilidad estadística, sino en criterios específicos relacionados con los objetivos de estudios y la disponibilidad de recursos. La unidad de análisis en este caso fue el sistema de monitoreo no automatizado.

Para diseñar el sistema de control automatizado, se obtuvieron datos necesarios sobre el sistema del monitoreo tradicional que presentó la empresa acuícola, para ello se emplearon diversas técnicas y herramientas de recolección de datos, como la observación, que se utilizó para obtener los valores de oxígeno, temperatura y pH en cuanto a la producción de langostinos en los criaderos, también se empleó el análisis documental para realizar una detallada revisión de informes, artículos y revistas científicas que son acreditados por autores y páginas web de gran prestigio. Mediante la ficha de apuntes se almacenaron los datos que se obtuvieron en la revisión documentaria.

El método de análisis de datos, la información recopilada durante la investigación fue almacenada en software de cálculo Excel 2019, para posteriormente diseñar el sistema de monitoreo automatizado en el software SCADA, para finalmente elaborar el informe de investigación en el programa Word 2019

En términos éticos, se aseguró que todos los datos, información u otro contenido científico durante el desarrollo de esta investigación son verdaderos, respetando la producción científica obtenida, haciendo uso adecuado de las citas y referencias bibliográficas de acuerdo a la Norma ISO 690-2 y otros que se desean añadir, evitando cualquier tipo de plagio con otros autores.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Realizar el diagnóstico de la situación actual de la producción del langostino, indicando los valores de oxígeno en los estanques en una empresa acuícola en Tumbes.

En la empresa acuícola ubicada en el departamento de tumbes, dedicada a la crianza de langostinos, para posteriormente ser exportado a los diferentes partes del continente, para lo cual tiene asignado 3 estanques de diferentes áreas (1, 1,5 y 2 hectáreas) y una profundidad de 1,5 metros en la que se obtiene una crianza de 8 langostinos por metro cuadrado y una producción de 2500 kg/ hectárea, todos ellos cuentan con aireadores que su control es convencional (mecánico) en la que es asistido por una persona para mantener los niveles de oxígeno óptimos que garantice una producción adecuada.

El personal encargado de los estanques lleva un control o monitoreo manual de los niveles de oxígeno en los 2 turnos, siendo estos valores registrados en sus bitácoras y que se muestran como ejemplo de un día promedio los valores mostrados.

En la tabla se observan los valores máximos y mínimos para determinar y demostrar la variabilidad del índice de oxígeno, así mismo se tiene un promedio con la producción de cada estanque, si bien es cierto los valores son aceptables para el criadero; se observa que en el turno nocturno estos indicadores bajan más que el nivel promedio, que según los criterios de investigación no es recomendable, motivo por el cual se tiene una deficiencia de oxígeno disuelto, lo que podría cargar un desmedro en la producción del langostino.

*Tabla 1 Valores de oxígeno de los estanques de langostinos*

	Oxígeno disuelto en estanques				Producción langostino (kg)
	Variabilidad mg/L		Promedio de oxígeno	Hectáreas (Ha)	
	Día	Noche			
Estanque A	6.0	2.8	4.4 mg/L	1	2500
Estanque B	5.5	2.5	4 mg/L	1.5	3750

Estanque C	6.2	3.0	4.6 mg/L	2	5000
<b>Producción</b>					<b>11250</b>
<b>total</b>					

*Fuente: Elaboración propia.*

Para la obtención de los valores de la tabla 01 se siguieron los siguientes procedimientos:

#### A. Recolección de datos

Mediante un vehículo otorgado por la empresa acuícola se dirige hacia los tres estanques de crianza del langostino para observar y analizar detenidamente las condiciones actuales en las que se encuentra el langostino.

Con apoyo del instrumento Oxímetro se realizaron las mediciones de cada estanque, detallando que durante el día los estanques presentan un buen nivel de oxigenación que oscilan entre los 5,5 y 6,2 mg/L; mientras que en las noches el nivel de oxígeno cae a gran escala oscilando entre 2,5 y 3,0 mg/L.

#### B. Registro de valores de oxígeno

Los datos de los niveles de oxígeno que se obtuvieron en las visitas a los tres estanques durante el día y la noche son registrados mediante una bitácora para cada estanque, que posteriormente son comparadas con los otros días que se realizaron las inspecciones durante la semana.

En la figura se muestra cómo se realizó el monitoreo en los estanques de crianza de langostinos para obtener los valores de oxígeno y ser comparados con los otros valores tomados durante el día.

*Figura 2 Monitoreo convencional en criadero de langostinos*



*Fuente: Elaboración propia.*

### C. Análisis de los datos recogidos

Con los datos obtenidos sobre los niveles de oxígeno que fueron anotados en nuestras bitácoras en las visitas a los tres estanques durante la semana, se realizó un análisis comparativo, donde se determinaron que en el turno día los niveles de oxígeno en los estanques son los adecuados para la crianza del langostino, ya que los valores oscilan entre 5,5 y 6,2 mg/L. Por otro lado, en el turno la noche se hace presenta el descenso del nivel de oxígeno, ya que sus valores oscilan entre 2,5 y 3,0 mg/L, siendo estos valores inadecuados para la crianza del langostino, ya que fomenta el estrés y la anoxia en los crustáceos, llegando a causar la muerte.

Después de ser realizado el procedimiento, se identificaron los siguientes problemas:

El estanque A, B y C presenta valores críticos de oxígeno por debajo de 3 mg/L en la noche, indicando un riesgo alto para la supervivencia del langostino; es decir que durante el día los estanques presentan fluctuaciones significativas en los niveles de oxígeno, mientras que en la noche se presentan caídas drásticas en todos los estanques.

En la siguiente figura se puede visualizar los tres estanques de crianza de langostinos que se están estudiando en la presente investigación.

*Figura 3 Estanques de criaderos de langostinos*



*Fuente: Elaboración propia.*

Después de describir la situación actual de la empresa acuícola se diagnosticó que la causa de la disminución de oxígeno en las noches se debe a que las plantas marinas no realizan la fotosíntesis es por ello que no liberan oxígeno haciendo que los langostinos consuman el oxígeno del agua hasta agotarlo, produciéndose estrés, menor desarrollo y en algunos casos la muerte del crustáceo.



### **3.2 Determinar los parámetros del sistema de monitoreo de oxígeno, de acuerdo a las necesidades de la empresa.**

Para el diseño del sistema de monitoreo del nivel de oxígeno es necesario tener en cuenta cuales son los parámetros de diseño que definen las características del sistema automatizado, entre ellos tenemos:

- **Nivel de tensión:**

La empresa tiene un servicio de energía eléctrica por parte de la concesionaria a un nivel de 220 voltios monofásico, razón por la cual este es el nivel de tensión del diseño del sistema de automatización.

- **Diferencial de concentración de oxígeno:**

De acuerdo al autor Laban (2021), se establece mantener un nivel de oxígeno entre 5 y 8 mg/L que garantiza el buen desarrollo del langostino en los criaderos, por ello el sistema de monitoreo automatizado a diseñar debe contar con un diferencial de concentración de oxígeno de 5 a 8 mg/L.

- **Nivel de salinidad:**

De acuerdo al autor Falconi (2022), nos hace mención que la salinidad recomendada es de 13 - 17 ppt (gramos por litro). Por ello, se determinó que el diseño del sistema automatizado se estableció en un rango de valor de 13 - 17 ppt de salinidad.

- **Nivel de temperatura:**

De acuerdo a lo mencionado por los autores Flores y Aracena (2020), se ha considerado establecer un diferencial de temperatura que oscila entre los 20°C y 25°C, siendo el rango favorable para el óptimo desarrollo del langostino en el estanque de crianza.

- **Tiempo de intervalo:**

El sistema de monitoreo automatizado realizará la toma de lecturas en un intervalo de cada 15 minutos, para estar informados sobre las condiciones reales de los niveles de oxígeno que se encuentran en los tres estanques de crianza de langostinos de la empresa acuícola.

### 3.3 Seleccionar los componentes eléctricos, mecánicos y de control del sistema de monitoreo, en base a los parámetros de diseño

En esta sección se definen los valores que permitieron posteriormente una adecuada selección de componentes. Estos valores se encontraron de acuerdo a datos establecidos en la empresa acuícola (orden eléctrico, mecánico, etc.) que ya estaba en funcionamiento.

#### AIREADORES

Para determinar la selección de los aireadores se tuvo que hallar el volumen del estanque.

Para el estanque 01

Volumen del estanque

$$Volumen = \text{Área} \times \text{Profundidad}$$

Donde:

Área: 1 hectárea (10,000 m<sup>2</sup>)

Profundidad del estanque: 1.5 metros

$$Volumen = 10000 \text{ m}^2 \times 1.5\text{m}$$

$$Volumen = 15000 \text{ m}^3$$

Seguidamente se determinó la cantidad de langostinos que tiene el estanque, para posteriormente determinar la biomasa total y consumo de oxígeno. Se sabe que en los estanques de criaderos de langostinos de la empresa acuícola realizan la crianza de 10 langostinos por metro cuadrado.

$$N^{\circ} \text{ total de langostinos} = \text{Densidad\_de\_siembra} \times \text{Área\_del\_estanque}$$

$$N^{\circ} \text{ total de langostinos} = 10 \text{ langostinos/m}^2 \times 10\,000 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ} \text{ total de langostinos} = 100\,000 \text{ langostinos}$$

Determinado la cantidad de langostinos se procede a desarrollar la biomasa total. Para ello se tiene en cuenta que el peso promedio de cada langostino en la empresa acuícola es de 20 gramos (0.02 kg).

$$\text{Biomasa total} = N^{\circ} \text{ total de langostinos} \times \text{Peso promedio}$$

$$\text{Biomasa total} = 100\,000 \times 0.02 \text{ kg/langostino}$$

$$\text{Biomasa total} = 100\,000 \times 0.02 \text{ kg/langostino}$$

$$\text{Biomasa total} = 2000 \text{ kg/langostino}$$

Posteriormente se procede a determinar el consumo de oxígeno total en el estanque de langostinos, se utilizó la fórmula que relaciona la biomasa de los langostinos y el consumo de oxígeno por hora.

Se estima mediante investigaciones científicas que cada langostino consume aproximadamente 0.25 g de oxígeno por hora (Valverde & Varela, 2020)

$$\text{Consumo de oxígeno total por hora} = \text{Biomasa total} \times \text{consumo de oxígeno por hora}$$

$$\text{Consumo de oxígeno total por hora} = 2,000\text{kg} \times 0.25\text{g O}_2/\text{kg/h}$$

$$\text{Consumo de oxígeno total por hora} = 500 \text{ g O}_2/\text{kg/h}$$

$$\text{Consumo de oxígeno total por hora} = 0.5\text{kg O}_2/\text{kg/h}$$

Luego de realizar los cálculos y obtener los valores del consumo de oxígeno total, se procedió a calcular la potencia necesaria para los aireadores.

Para ello, se tiene en cuenta que la eficiencia de transferencia de oxígeno (OTE) para los aireadores eficientes es de 10% (Piñeros & Gutierrez, 2020).

$$Potencia\ necesaria = \frac{Consumo\ de\ oxígeno\ total\ por\ hora}{OTE}$$

$$Potencia\ necesaria = \frac{0.5kg\ O_2/h}{0.1}$$

$$Potencia\ necesaria = 5\ kW = 7\ HP$$

Finalmente, se realiza la selección de los aireadores que se van a utilizar en el primer estanque. Para ello, se hace necesidad de contar con un aireador de una potencia de 7 hp, sin embargo, la empresa cuenta con aireadores de 2 y 3 hp, razón por el cual se escogerá una distribución de 3 aireadores, 2 aireadores de 2hp y 1 aireador de 3 hp para completar la potencia.

### **Conductor eléctrico del aireador**

Para la selección del conductor del aireador se consideró el tipo de cable PPT, siendo una de sus principales características el revestimiento de PET, ofreciendo buena resistencia a la humedad y a la corrosión, siendo adecuado para el entorno húmedo como son los estanques de crianza de langostinos.

Este tipo conductor cuenta la empresa acuícola para la utilización de sus aireadores en los estanques de langostino, es por ello que se considera el cable PPT de 4 mm<sup>2</sup>.

### **CONTACTOR**

Para la selección del contactor se consideró la potencia del motor eléctrico con la que se va contar, siendo el motor de mayor potencia 3 HP, seguidamente se determinó la intensidad nominal de corriente mediante la siguiente fórmula.

$$I_{nom} = \frac{P}{\sqrt{3} \times VL \times FP}$$

Donde:

P =Potencia activa = 3HP

$I_{nom}$  = Intensidad nominal (Amperios)

VL = Voltaje

FP = Factor de potencia (0.85)

Se consideró un motor del tipo jaula de ardilla (categoría AC-3), siendo el factor de potencia de 0.85, siendo este valor estipulado por las características del motor (WEG, WMO, 2024)

$$I_{nom} = \frac{3 (746 \text{ w})}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.85}$$

$$I_{nom} = \frac{2238}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.85}$$

$$I_{nom} = \frac{2238}{647}$$

$$I_{nom} = 3.46 \text{ A}$$

Obtenida la intensidad de corriente nominal, se procedió a determinar la selección del contactor para el circuito de fuerza del tablero, mediante la siguiente fórmula.

$$I_c = I_{nom} \times F_s$$

Donde:

Fs: Factor de seguridad

Se consideró en el contactor un factor de seguridad de 1.25, teniendo en cuenta las investigaciones realizadas (Assets, 2024)

$$I_c = 3.46 \text{ A} \times 1.25$$

$$I_c = 4.325 \text{ A}$$

## **GUARDAMOTOR**

Con el valor obtenido de la intensidad nominal, se procedió a seleccionar el guardamotor

mediante la siguiente fórmula:

$$I_G = I_{nom} \times F.s$$

Donde:

$$I_{nom} = 3.46 \text{ A}$$

Fs. = 1.25 Factor de seguridad

$I_G$  = Corriente del relé

$$I_G = 3.46 \times 1.25$$

$$I_G = 4.325 \text{ A}$$

## **INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO**

Para la selección del interruptor se consideró la intensidad nominal, para determinar la característica del interruptor mediante la siguiente fórmula:

$$I_{in} = I \times F.s$$

Donde:

$$I = 3.46 \text{ A}$$

Fs. = Factor de seguridad

$I_{in}$  = Corriente del interruptor

Se consideró el valor de 125% (1.25) como factor de seguridad, siendo un valor adecuado del interruptor (Roybal, 2011).

$$I_{in} = 3.46 \text{ A} \times 1.25$$

$$I_{in} = 4.325 \text{ A}$$

Finalmente, se realiza el listado de los dispositivos eléctricos con los que va a contar el tablero del sistema de monitoreo automatizado.

Tabla 2. Listado de los dispositivos eléctricos y el diseño del tablero.

<b>LISTA DE LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS</b>				
<b>Descripción del proyecto:</b>			<b>Fecha:</b>	02/06/2023
Lista de equipamiento eléctrico				
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>
	Armario compacto AX			
1	Anchura: 40 cm Altura: 50 cm Profundidad: 21 cm	01	AX 1034.000	RITTAL
2	Contactador trifásico de 9 A	01	AF16-30-10-11	ABB
3	Guardamotor 6.3-10 A	01	TF42-13	ABB
4	Interruptor termomagnético 3x16A	03	S203M-C16	ABB
5	Interruptor termomagnético 2x16	01	S202M-C4	ABB
6	interruptor rotativo de manual - automático	01	S202M-C4	ABB
7	Parada de emergencia NC	01	CE4T-10R-01	ABB
8	Pulsador verde NO	01	CP2-10G-10	ABB
9	Pulsador rojo NC	01	CP2-10R-10	ABB
10	Lámpara verde 220VAC	01	CL2-523G	ABB
11	Lámpara roja 220VAC	01	CL2-523R	ABB
12	Canaleta ranurada 40x40mm	01	-----	----
13	Canaleta ranurada 25x25mm	01	-----	---

Fuente: Elaboración propia.

## SELECCIÓN DE SENSORES

- Sensor de nivel de oxígeno

Se determinó seleccionar un sensor óptico, ya que es el que presenta las mejores características para el diseño de monitoreo automatizado.

- Sensor de temperatura

Para ello, mediante las características mencionadas anteriormente sobre sensores, se seleccionó un sensor óptico con el propósito de monitorear la temperatura del agua, asegurando que se mantenga en el rango óptimo para el crecimiento de los langostinos, que oscila entre los 20°C y 25°C.

- Sensores de Salinidad

Mediante la tabla 2 se seleccionó el tipo de sensor, siendo el sensor óptico el que controle la concentración de sales en el agua, siendo importante para los langostinos que requieren ciertos niveles de salinidad; se determinó que el sensor trabajará un rango de valor de 13 - 17 ppt de salinidad, siendo óptimo para el buen desarrollo del langostino en el estanque.

### **Controlador Lógico Programable (PLC)**

Se seleccionó un PLC Siemens S7-1200, siendo el tipo de PLC que más se integra con el sistema SCADA para facilitar el monitoreo y control en tiempo real, presenta puertos para todos los sensores (oxígeno, temperatura, salinidad,) y actuadores (aireadores, alarmas). Por otro lado, es resistente a la humedad y a condiciones ambientales adversas.

Este tipo de PLC recopilará datos y enviará información al sistema SCADA, donde se podrá visualizar y controlar todo el sistema desde una interfaz central, registrando los datos que envíen los sensores.

El PLC contará con parámetros de niveles estándares de oxígeno que oscilan entre los 3 y 8 mg/l, cuando el nivel sea menor, el programa activará una alerta que hará funcionar a los aireadores proporcionando el oxígeno suficiente para que el langostino pueda crecer debidamente en el estanque.



Contará con niveles de temperatura que oscilan entre los 20°C y 25°C.

Además, contará con niveles estándares de salinidad que oscilan entre 13 - 17 ppt, que harán crecer al langostino en sus mejores condiciones.

### **Interfaz de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA)**

Se seleccionó un interfaz SCADA WinCC by Siemens, ya que es el más Ideal para el sistema Siemens S7, presenta funciones avanzadas de alarmas y reportes; proporcionando gráficos claros y detallados de datos de los sensores que se encuentran en los estanques, tiene la capacidad de monitorear y controlar el sistema desde ubicaciones remotas y es fácil de usar para que el personal pueda interactuar con el sistema sin necesidad de entrenamiento extenso.

El sistema SCADA mostrará gráficos en tiempo real de los niveles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en cada estanque. Además, presentará alarmas y notificaciones cuando alguna variable salga de los parámetros establecidos, permitiendo el control automático de los aireadores en caso sea necesario.

#### 4. Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR

Los presupuestos que se describen en este objetivo presenta relación con la elaboración del sistema de monitoreo automatizado, los costos fueron recopilados de diferentes cotizaciones de empresas dedicadas a vender materiales y componentes para esos tipos de sistemas.

##### Costos para la elaboración de un sistema de monitoreo automatizado

En la siguiente tabla se pudo visualizar los costos promedios de cada componente, no se consideraron marcas por respeto a los concesionarios.

Tabla 3. Presupuesto económico del sistema de monitoreo automatizado.

Costo de componentes del sistema de monitoreo automatizado			
Descripción	Unidades	Precio unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Controlador PLC Siemens S7-1200	01	1500.00	1500.00
Sensor oxígeno disuelto	03	300.00	900.00
Sensor de temperatura	03	300.00	900.00
Sensor de salinidad	03	300.00	900.00
Aireador	9	0.00	0.00
Software SCADA (licencia)	01	5000.00	5000.00
<b>SUB TOTAL</b>			9,200.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Costo del tablero eléctrico

Descripción	Unidades	Precio unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Tablero eléctrico AX Anchura: 40 cm	01	400.00	400.00

Altura: 50 cm Profundidad: 21cm			
Contactador de 9 A	03	110.00	330.00
Guardamotor 6.3 -10 A	03	150.00	450.00
Interruptor termomagnético 3x16A	03	75.00	225.00
Interruptor termomagnético 2x16A	01	60.00	60.00
Interruptor rotativo de manual automático	03	60.00	180.00
Parada de emergencia NC	01	40.00	40.00
Pulsador verde NO	01	20.00	20.00
Pulsador rojo NC	01	20.00	20.00
Lámpara verde 220VAC	01	20.00	20.00
Lámpara roja 220VAC	01	20.00	20.00
Canaleta ranurada 40x40mm	01	50.00	50.00
Canaleta ranurada 25x25mm	01	40.00	40.00
<b>SUB TOTAL</b>			1,855.00

*Tabla 5. Costo servicios de terceros*

Descripción	Unidades	Precio unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Instalación de Tablero Eléctrico			750.00
Configuración del PLC y Programación			2500.00

Instalación de Sensores y Actuadores			1500.00
Cableado y Conexión Eléctrica			1000.00
Configuración del Sistema SCADA			1500.00
SUB TOTAL			7,250.00

*Tabla 6. Presupuesto total*

Descripción	Unidades	Precio unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Costo de componentes principales			9,200.00
Costo del tablero eléctrico			1,855.00
Costo servicios de terceros			7,250.00
<b>TOTAL</b>			<b>18,305.00</b>

### **Flujo de Egreso**

Mediante la siguiente tabla se presentan los egresos que se obtuvieron por campaña (3 meses) con el sistema de monitoreo automatizado.

*Tabla 7. Flujo de egresos*

EGRESOS				
Descripción	Unidad	Diario	Mes	Campaña
Mantenimiento preventivo	Soles (s/)	***	200.00	600.00
Insumos	Soles (s/)	***	200.00	600.00

Energía eléctrica	Soles (s/)	***	350.00	1050.00
2 operarios	Soles (s/)	100.00	3000.00	9000.00
<b>TOTAL</b>			<b>3,750.00</b>	<b>11,250.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Flujo de ingresos

Para la presente investigación, se consideraron los ingresos de las 6 últimas campañas, dado que cada campaña son 3 meses para la producción del langostino en la empresa acuícola, estos balances económicos fueron otorgados por la misma empresa (área de administración)

Los beneficios por campaña que el sistema de monitoreo automatizado traerá a la empresa, se estimaron en la siguiente tabla:

Tabla 8. Flujo de Ingresos por campaña

Campaña	Ingreso
1era	s/18,530.00
2da	s/18,850.00
3era	s/19,325.00
4ta	s/18,050.00
5ta	s/18,010.00
6ta	s/17,725.00

Fuente: Elaboración propia.

### Tasa de descuento

Se consideró una tasa de descuento del 10% por estipulaciones y normativa de la empresa acuícola.

Obtenidos los valores de egreso e ingresos, se realizó el flujo neto efectivo proyectado, que se visualizó en la siguiente tabla:

Tabla 9. Flujo neto efectivo proyectado

Detalle	PERIODO						
		1	2	3	4	5	6
	FLUJO DE INGRESO						
		18,530.00	18,850.00	19,325.00	18,050.00	18,010.00	17,725.00
	FLUJO DE EGRESOS						
Flujo neto		11,250.00	11,250.00	11,250.00	11,250.00	11,250.00	11,250.00
efectivo	<b>-18,305.0</b>	7,280.00	7,600.00	8,075.00	6,800.00	6,760.00	6,475.00

Fuente: Elaboración propia.

## VAN y TIR

Determinada la tabla de Flujos neto efectivo, se procedió a realizar el análisis del VAN y TIR en el software Excel, para obtener los valores de rentabilidad del presente proyecto de investigación.

*Tabla 10. Rentabilidad de VAN y TIR*

Campaña	
1era	s/. 7,280.00
2da	s/. 7,600.00
3era	s/. 8,075.00
4ta	s/. 6,800.00
5ta	s/. 6,760.00
6ta	s/. 6,475.00
<b>VAN</b>	<b>S/ 13,157.93</b>
<b>TIR</b>	<b>33%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **IV. DISCUSIÓN**

En la presente investigación tuvo como primer objetivo específico realizar el diagnóstico de la situación actual de la producción del langostino, indicando los valores de oxígeno en los estanques en una empresa acuícola en Tumbes. Para ello se hizo mención de las características de la empresa como el lugar, lo que se dedica, las dimensiones de los 3 estanques de estudio, junto a ello se describió el procedimiento que se realizaba en la empresa para realizar el monitoreo de cada estanque, mencionando los valores que se presentaron durante los monitoreos realizados durante todo el día, seguidamente se realizó una comparación de los valores de oxígeno según los datos de las bitácoras que sirvieron de apunte en el monitoreo realizado en los estanques de langostinos; con los datos y la comparación respectiva, se diagnosticó que durante la noche los niveles de oxígeno bajan más de lo normal (menores que 3 mg/L), esto se produce porque las plantas marinas en la noche no realizan la fotosíntesis, por ello no liberan oxígeno como lo hacen en la mañanas, el langostino consume el oxígeno que está en el estanque, bajando los niveles y siendo la causa de estrés, menor desarrollo del langostino, en algunas ocasiones la muerte del crustáceo. A diferencia del autor Laban (2021), que en su artículo de investigación realizó el diagnóstico de la situación actual de la producción del langostino con respecto a la producción de cada campaña, para ello consideró la producción de 3 campañas (meses), donde realizó una comparación entre ellas, diagnosticando la pérdida de producción en la última campaña, para ello empezó a indagar a profundidad la crianza del langostino, donde encontró mayor turbidez y bajo nivel de oxígeno en los estanques. Por otro lado, los autores Rivera & Yapez (2021), en su artículo de investigación con el objetivo de adquirir los datos de acuerdo a los parámetros de la calidad del agua de los estanques de criadero, realizó un diagnóstico de la situación de la empresa acuícola basado en la crianza de los crustáceos, para ello acudieron a un especialista en la acuicultura, como un supervisor o biólogo para que los ayude a diagnosticar la causa de la baja producción en esa empresa, diagnosticando que los trabajadores no se percataron cuando el nivel del oxígeno disminuye o activaban los aireadores a destiempo, produciendo la muerte de la especie acuática.



Posteriormente, se determinó los parámetros del sistema de monitoreo de oxígeno, de acuerdo a las necesidades de la empresa, para ello se realizó una investigación en artículos científicos y la empresa para relacionar algunas estipulaciones que mediante un sistema de monitoreo automatizado puedan ayudar a mejorar el desarrollo del langostino y su producción. Para ello se realizaron indagaciones en los artículos científicos, donde se destacó que el presente diseño debe contar con un diferencial de concentración de oxígeno de 5 a 8 mg/L, el rango de salinidad debe presentar un valor que oscilan entre 13 - 17 ppt y una temperatura que oscile entre los 20°C y 25°C, siendo estas características las más adecuadas para el desarrollo del langostino en un estanque de crianza acuícola. Mencionado anteriormente también se tomaron datos de la empresa como el nivel de tensión con la que trabaja, siendo 220 voltios el voltaje que vamos a usar para realizar el sistema de monitoreo y brindará datos actualizados cada 15 minutos. A similitud de los autores Flores & Aracena (2020); en su artículo de investigación consideraron los mismos niveles de temperatura para su sistema de monitoreo, pero en el nivel de oxígeno consideraron unos rangos un poco más elevados, oscilando los valores entre 7 a 10 mg/l, mientras que en los niveles de salinidad consideraron porcentajes como el 30% de salinidad en el estanque, también consideraron los parámetros de amonio 0.15 ppm; nitritos 0.25 ppm y nitratos 4.0 ppm. Por otro lado, los autores Olivo & Verduzco (2021); que en su investigación tuvo como objetivo desarrollar un prototipo de monitoreo automatizado en estanques de agua de camarones, consideraron parámetros elevados a los de la presente investigación, oscilando el parámetro de temperatura entre 23°C y 31°C y un los valores de oxígeno entre 5.0-7.0 mg/L, sin embargo en el parámetro de salinidad consideraron los valores de 15 a 25 ppm, siendo estos valores semejantes a los de la presente investigación, además consideraron los parámetros de pH oscilando entre 6.5 y 8.5.

Seguidamente se seleccionaron los componentes eléctricos, mecánicos y de control del sistema de monitoreo, en base a los parámetros de diseño. Para ello se realizaron cálculos para determinar los componentes principales como son los aireadores, contando con 3 aireadores en el primer estanque que juntos realizan una potencia de 7hp para brindar un adecuado nivel de oxígeno en el estanque, el tipo y medida del cable a usar en el sistema de monitoreo, los elementos que conforman el tablero eléctrico, después se realizó la selección del tipo de sensores a emplear en el diseño, el tipo o modelos de controlador Lógico Programable (PLC) que más se acomoda a nuestro propósito y el interfaz de supervisión y adquisición de datos (SCADA) que más se integra al PLC para desarrollar un monitoreo adecuado y preciso con los valores que arroje cada 15 minutos. A diferencia de los autores Cruz & Romero, (2022); que en su artículo científico que tiene por objetivo diseñar un sistema de monitoreo automatizado para mejorar el proceso y facilitar el análisis de las variables y que estén controladas en cada ciclo de producción debido a las variaciones del proceso, consideraron como componentes al Arduino mega 2560, varios sensores analógicos y digitales que tomarán datos como, humedad relativa, pH del nivel de agua, nivel de oxígeno en el agua, temperatura del agua y el mismo nivel del agua, además que seleccionaron dos sensores que controlarán el flujo a la piscina y una válvula sinusoidal para el drenaje de la piscina que funcionara riego floreal por aspersores. Mientras que el autor Laban, en su artículo de investigación consideró una alimentación energética de 12 Vdc o 220 Vac, un aplicativo web y un móvil, después seleccionó un dispositivo lot Bsnode, sensores AQ para el oxígeno disuelto, la saturación de oxígeno y la temperatura, pero no hace mención el tipo o potencia con la que cuenta el aireador en el diseño del sistema de monitoreo automatizado.

Finalmente, en la presente investigación se realizó una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR, para ello se determinaron los egresos que se presentaron en la empresa acuícola y los ingresos que se obtuvieron con el sistema de monitoreo automatizado, que mediante una tabla llamada Flujo neto efectivo proyectado se colocaron los valores obtenidos anteriormente, para realizar el análisis de rentabilidad de los valores de VAN y TIR, donde se presentaron valores favorables como una tasa de retorno del 33% y un valor actual neto de S/ 13,157.93, siendo rentable para la empresa acuícola. A similitud de los autores Valverde y Valera (2020); que en su artículo de investigación obtuvieron un TIR de 48.6%, siendo atractivo para la empresa, ya que asegura una gran rentabilidad económica, también nos aclara que relativamente en corto tiempo se recuperará la inversión, es decir en 2.1 años, presentando un VAN positivo y una relación beneficio costo de 2.0 lo que significa que por cada dólar invertido se generaron US\$2.0. Por otro lado, el autor Zavala (2021), en su artículo de investigación presentaron similitudes a la presente investigación que, mediante el presupuesto del costo de producción, y el flujo de fondos netos, obtuvieron valores considerables en la rentabilidad del proyecto, teniendo una tasa de retorno del 33% y un valor actual neto de s/2383.182, siendo rentable para la empresa acuícola de su indagación. A diferencia de Rivera y Yapez (2021); que en su artículo de investigación hacen mención sobre el presupuesto total gastado para la elaboración del sistema de monitoreo, siendo el monto de \$ 2.193,08; pero en su caso no consideran realizar la evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR.

## V. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico detallado en base a la situación actual que afronta la empresa acuícola con respecto a la producción del langostino, con el propósito de saber la causa que hace reducir los niveles de oxígeno del estanque de crianza en las horas nocturnas, dificultando el crecimiento del langostino y en algunas ocasiones la muerte del crustáceo.
- Se determinaron los parámetros del sistema de monitoreo automatizado de acuerdo a las características de la empresa, como el nivel de tensión de 220 v, las dimensiones del estanque de langostino de 1 hectárea y los rangos estándar a utilizar en los niveles de oxígeno entre 4 – 8 mg/l, la temperatura 20 – 25° y salinidad entre 13 -17 ppt, para mejorar la producción acuícola.
- Se realizó una selección de componentes que conformaron el sistema de monitoreo automatizado, para ello se realizaron cálculos mecánicos y eléctricos para obteniendo la capacidad del aireador de 5 hp, pero se seleccionó de 3 y 2 hp porque son las que cuenta la empresa, además sensor óptico, cable de 4 mm y otros componentes del tablero y del control del PLC.
- Se desarrolló un análisis del valor actual neto (VAN) y la tasa de retorno (TIR) de la presente investigación, para ello se consideró el presupuesto económico del sistema de monitoreo, los egresos e ingresos de la empresa acuícola, obteniendo valores rentables para la empresa, siendo la tasa de retorno el 33% y el valor actual neto de S/ 13,157.93.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la gerencia implementar, lo antes posible, el sistema de monitoreo automatizado ya que les va a permitir mejorar la producción del langostino en la empresa acuícola del departamento de Tumbes.
- Capacitar al personal técnico en el uso del sistema de monitoreo automatizado, la interpretación de datos y las acciones correctivas, para evitar algún imprevisto por mala manipulación al momento de efectuar su operación.
- Realizar programaciones de revisiones periódicas y recalibraciones de los equipos que se utilizan en el sistema de monitoreo automatizado en el estanque de langostino.

## ● REFERENCIAS

- Alva, S. (2021). *Impacto de los alimentadores solares en la cadena productiva en la cría del langostino orientada a la exportación del mercado de Ecuador en la empresa LUZBER SAC ubicada en Tumbes*. Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30016>
- Cruz, J., & Romero, L. (2022). Protocolos de respuesta automática en sistemas de control acuícola. *Journal of Aquaculture Technology*. doi: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i5.8314](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8314)
- Falconi Valdivia, W. (2022). *Cultivo de langostinos blancos*. UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA", Pisco. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/89b62245-c730-4ef3-85a6-881e187cb76b/content>
- Fernández, R., & García, M. (2022). Uso de bombas y válvulas en el control de criaderos de langostinos. *Aquaculture Engineering*. Recuperado el 21 de Mayo de 2024
- Flores, A., & Castillo, J. (2022). Red de comunicación en sistemas IoT para acuicultura. *International Journal of Aquatic Science*. Recuperado el 21 de Mayo de 2024
- Flores, S., & Aracena, D. (27 de junio de 2020). Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones. *Revista chilena de Ingeniería*, 26(Especial), 55-64. Recuperado el 12 de Mayo de 2024, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26s1/0718-3305-ingeniare-26-00055.pdf>
- Gonzalez, H., & Pérez, N. (2021). Sensores de oxígeno disuelto en acuicultura. *Journal of Aquatic Health*. Recuperado el 21 de Mayo de 2024, de [https://www.cinergiaug.org/Revista/VI\\_2021/RIE\\_V4\\_N1\\_Dic2021.12.pdf](https://www.cinergiaug.org/Revista/VI_2021/RIE_V4_N1_Dic2021.12.pdf)
- Hernández, P., Martínez, S., & Gómez, C. (2023). Aplicaciones de Machine Learning en la Optimización de Criaderos de Langostinos. *Aquaculture Innovation*. Recuperado el 21 de Mayo de 2024
- Laban, M. (2021). *Propuesta de automatización en la mejora del monitoreo de la calidad de agua para incrementar la productividad en una empresa Langostinera*. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72322/Laban\\_MMA](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72322/Laban_MMA)

-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- León, A. (2017). *Sistema de monitoreo de variables críticas en el proceso productivo de cultivo de langostino en agua dulce*. Universidad de Piura, Piura, Piura. Recuperado el 14 de Mayo de 2024, de <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/2eff7aa9-da9d-4213-8503-50a3a8ef61db/content>
- Lino, A. (13 de Setiembre de 2022). Sistema de monitoreo de ambiente para el control de las condiciones ambientales de las granjas acuícolas de la selva del Perú basado en internet de las cosas. *Revistas U. de Lima*. doi:<https://doi.org/10.26439/interfases2022.n016.6026>
- Mayer, E. (2020). *Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de langostino, camarones y peces*. Lima. Recuperado el 13 de Mayo de 2024, de <https://aquafeed.co/entrada/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces-20528/>.
- Mendoza, O. (2021). *Aplicación web para el monitoreo del oxígeno en el proceso de crianza de langostinos en la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes*. Universidad Nacional de Piura, Piura, Piura. Recuperado el 13 de Mayo de 2024, de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3105>
- Olivo, M., & Verduzco, J. (11 de Octubre de 2021). Prototipo para el monitoreo automatizado de parámetros de calidad del agua en una granja de camarón. *Científica ESIME*, 22, 87-95. Recuperado el 12 de Mayo de 2024, de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458109001/html/>
- Piñeros, J., & Gutierrez, M. (2020). *AIREACIÓN EN LA TECNOLOGÍA BIOFLOC (BFT): PRINCIPIOS BÁSICOS, APLICACIONES Y PERSPECTIVA*. Universidad de los Llanos, Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6078/607863449003/>
- Rivera, D., & Yapez, E. (2015). *Diseño e implementación de un prototipo para la medición de calidad del agua y control de la oxigenación en forma remota orientado a la producción acuícola*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, Guayaquil.

- Recuperado el 13 de Mayo de 2024, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10328/1/UPS-GT001238.pdf>
- Rodríguez, L., Vargas, J., & Morales, T. (2021). Monitoreo del pH en Sistemas Acuícolas. *Journal of Environmental Monitoring*. Recuperado el 21 de Mayo de 2024
- Sánchez, M., & Morales, R. (2020). Implementación de SCADA en la Gestión de Criaderos de Langostinos. *Aquaculture Management System*. Recuperado el 21 de Mayo de 2024
- Valverde, & Valera. (2020). Effect of stocking density on the productivity and profitability of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in the fattening phase in ponds, Costa Rica. *SCIELO*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172020000300015&lang=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000300015&lang=es)
- Vizcarra, G. (2022). *Estudio de implementación de un nuevo sistema de almacenamiento y distribución de alimentos para una empresa acuícola de prefactibilidad para la implementación de una planta productora de langostino*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24359/VIZCARRA\\_ALVAREZ\\_GRECIA\\_IMPLEMENTACION\\_NUEVO\\_SISTEMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24359/VIZCARRA_ALVAREZ_GRECIA_IMPLEMENTACION_NUEVO_SISTEMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Zavala, J. (2021). *Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta productora de langostino*. Universidad de Lima, Lima. Obtenido de [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11865/Zavala\\_Lazo\\_Prefactibilidad-implementacion-planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11865/Zavala_Lazo_Prefactibilidad-implementacion-planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- **ANEXOS**

**Anexo 1. [Tabla](#) de operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno	Basada en teorías básicas de electricidad y electrónica que ayudan a desarrollar tareas repetitivas sin intervención del ser humano (Sánchez & Morales, 2020).	Sistema que está conformado principalmente por sensores, actuadores y un tablero PLC que permite obtener de manera automatizada los índices de temperatura, nivel de oxígeno y alcalinidad.	Estructura del sistema de monitoreo  Parámetros del sistema de monitoreo	Dimensión de tablero  Temperatura Nivel de oxígeno Alcalinidad	Razón  Razón Razón
Mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola	Realizado a base de métodos o sistemas planificados que aumentan la productividad de una empresa (Lino, 2022).	Actividad que mediante una inversión se busca aumentar la producción, obteniendo mejores resultados en la tasa de incremento.	Crecimiento del langostino  Rendimiento productivo	Tasa de incremento promedio  Producción total del langostino  Inversión o gasto	Razón  Porcentaje o Razón

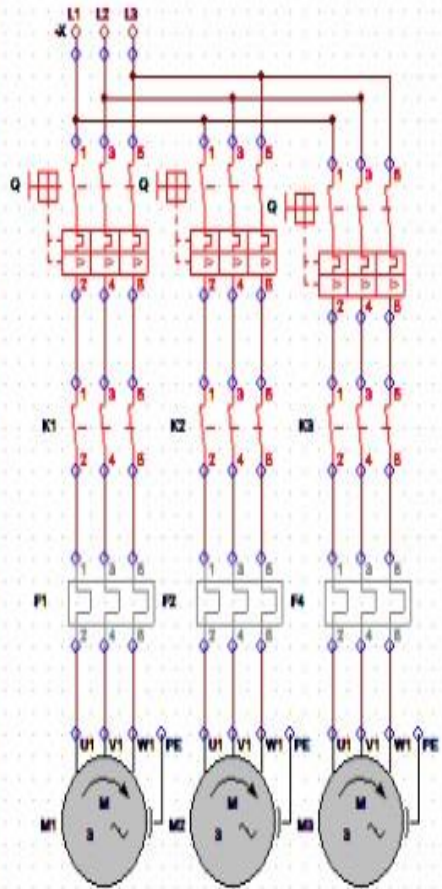
### Tabla de categorización

<b>Categoría de estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Indicadores</b>

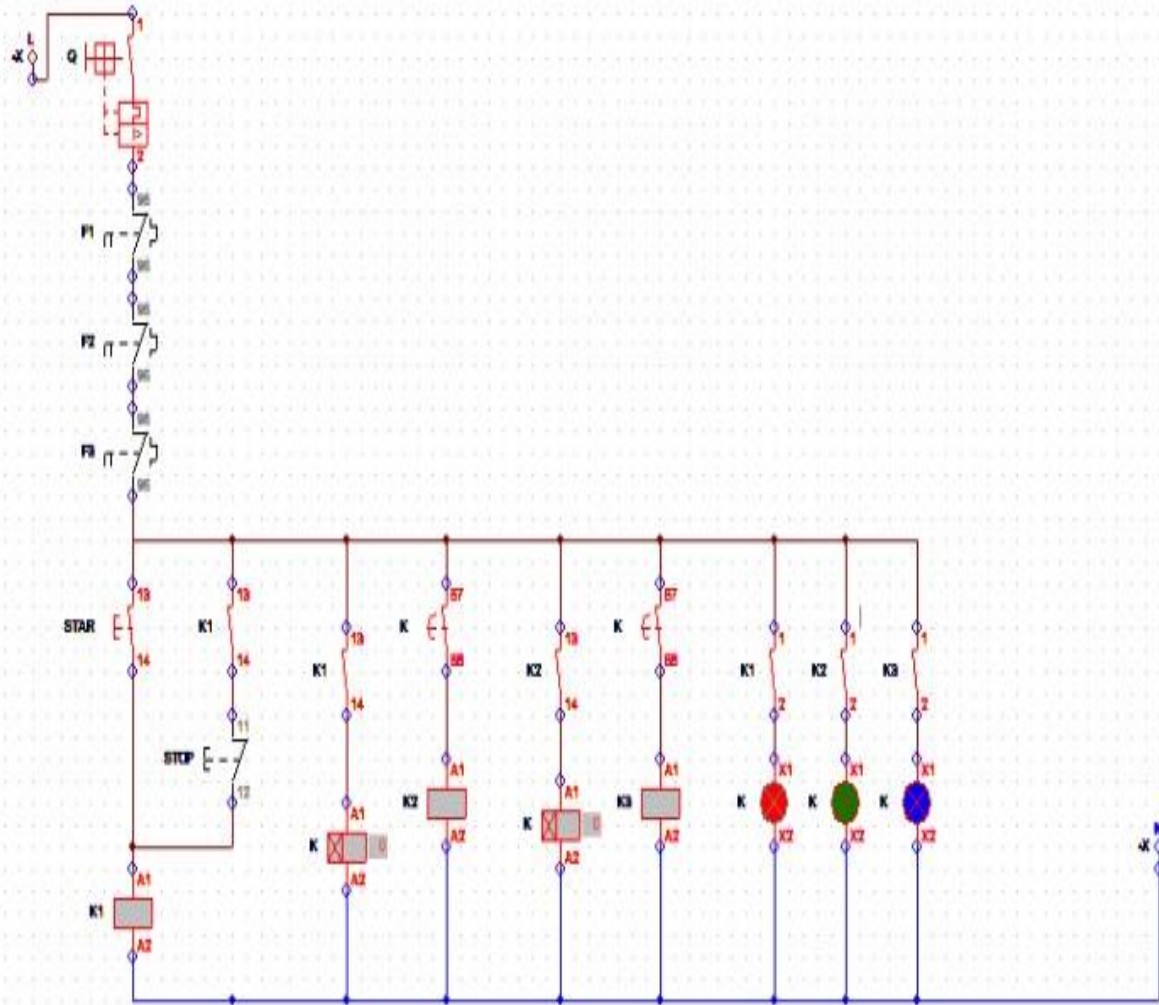
**Anexo 2. Planos eléctricos del sistema de monitoreo automatizado para criaderos de langostino.**



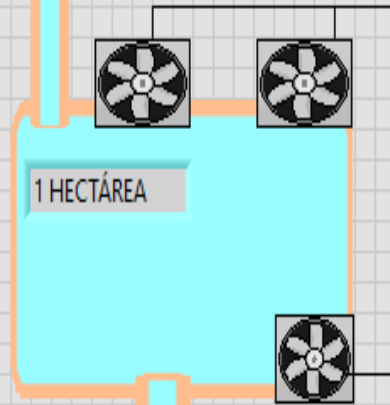
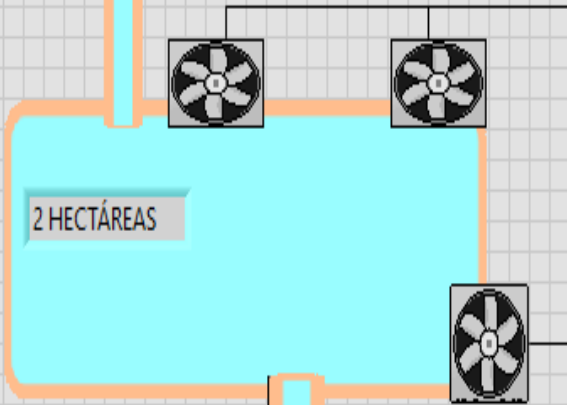
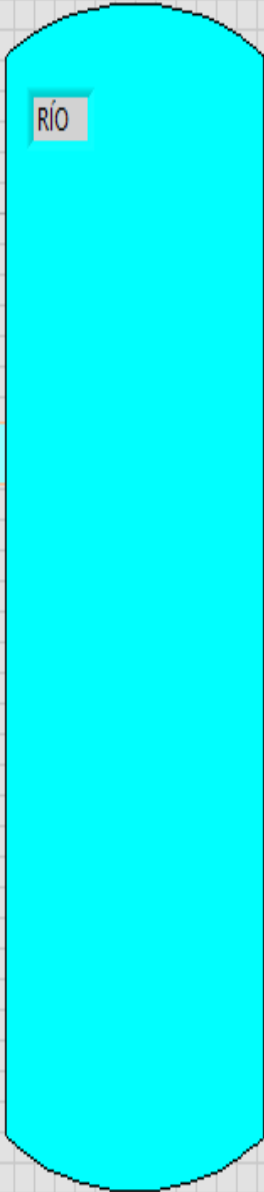
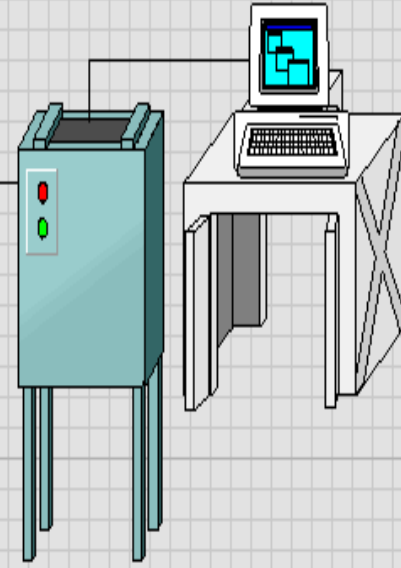
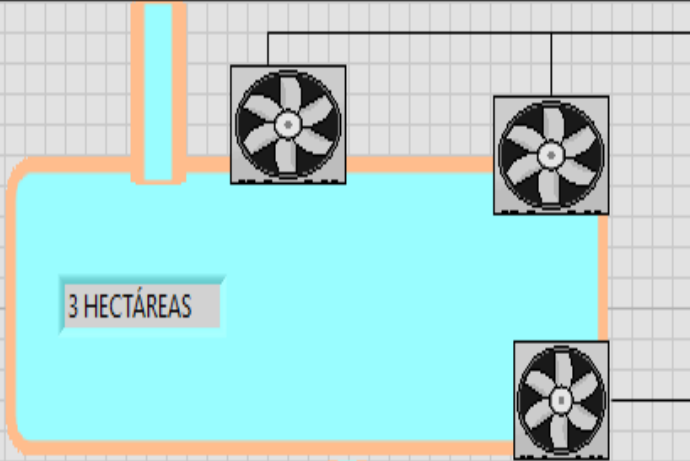
### CIRCUITO DE FUERZA



### CIRCUITO DE CONTROL



DREN DESAGUADERO



DREN DESAGUADERO



# Anexo 3. Reporte de similitud en software Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?tro=103&u=1088032468&lang=es&o=2425459692

feedback studio RONALD JAVIER VALENCIA VALVERDE Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno para mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola... /100 1 de 9

**Resumen de coincidencias**

**14 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés

Coincidencias

1	Entregado a Universida...	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
3	ciencialatina.org	1 %
4	repositorio.unp.edu.pe	1 %
5	www.scielo.cl	1 %
6	aquafeed.co	<1 %
7	www.grafati.com	<1 %
8	dSPACE.upe.edu.ec	<1 %
9	pdacrsp.oregonstate.e...	<1 %
10	www.coursehero.com	<1 %
11	www.softautomation.c...	<1 %

Página: 1 de 36 Número de palabras: 8241 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 15°C Nublado 16:31 31/07/2024

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
Propuesta de automatización del monitoreo de oxígeno para mejorar la producción del langostino en una empresa acuícola en Tumbes  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
AUTOR (ES):  
Valencia Valverde, Ronald Javier (orcid.org/0000-0003-3770-3917)  
ASESOR:  
Dr. Dávila Hurtado, Fredy (orcid.org/0000-0001-8604-8811)  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Colocar línea de investigación  
LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:  
Energía, desarrollo industrial de productos y servicios  
CHICLAYO - PERÚ  
2024