

Tecnologías de Monitoreo en la Salmonicultura:

Una revolución

Hacia la Eficiencia y Sostenibilidad

LA IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES EN LOS CENTROS DE CULTIVO DE SALMONES HA REVOLUCIONADO LA INDUSTRIA, PERMITIENDO UN MONITOREO PRECISO Y EN TIEMPO REAL DE LOS PARÁMETROS CRÍTICOS DEL AGUA.

La acuicultura, una de las industrias de producción de alimentos de más rápido crecimiento en el mundo, enfrenta retos significativos en su camino hacia la sostenibilidad, la eficiencia y la mejora del bienestar animal. En este escenario, las tecnologías del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) y los sensores inteligentes se presentan como aliados clave para transformar la gestión de las actividades acuícolas. Desde el monitoreo en tiempo real de las condiciones del agua hasta la identificación individual de peces mediante sistemas avanzados, los sensores están revolucionando la forma en que los productores abordan los desafíos de esta industria.

Con el crecimiento exponencial de la demanda de productos marinos y la creciente presión por minimizar el impacto ambiental, los acuicultores enfrentan una urgencia sin precedentes de implementar soluciones tecnológicas innovadoras. Las directrices actuales subrayan la importancia de aumentar la producción sin comprometer la sostenibilidad. En este contexto, los sensores IoT han emergido como herramientas fundamentales para optimizar las operaciones acuícolas al proporcionar datos

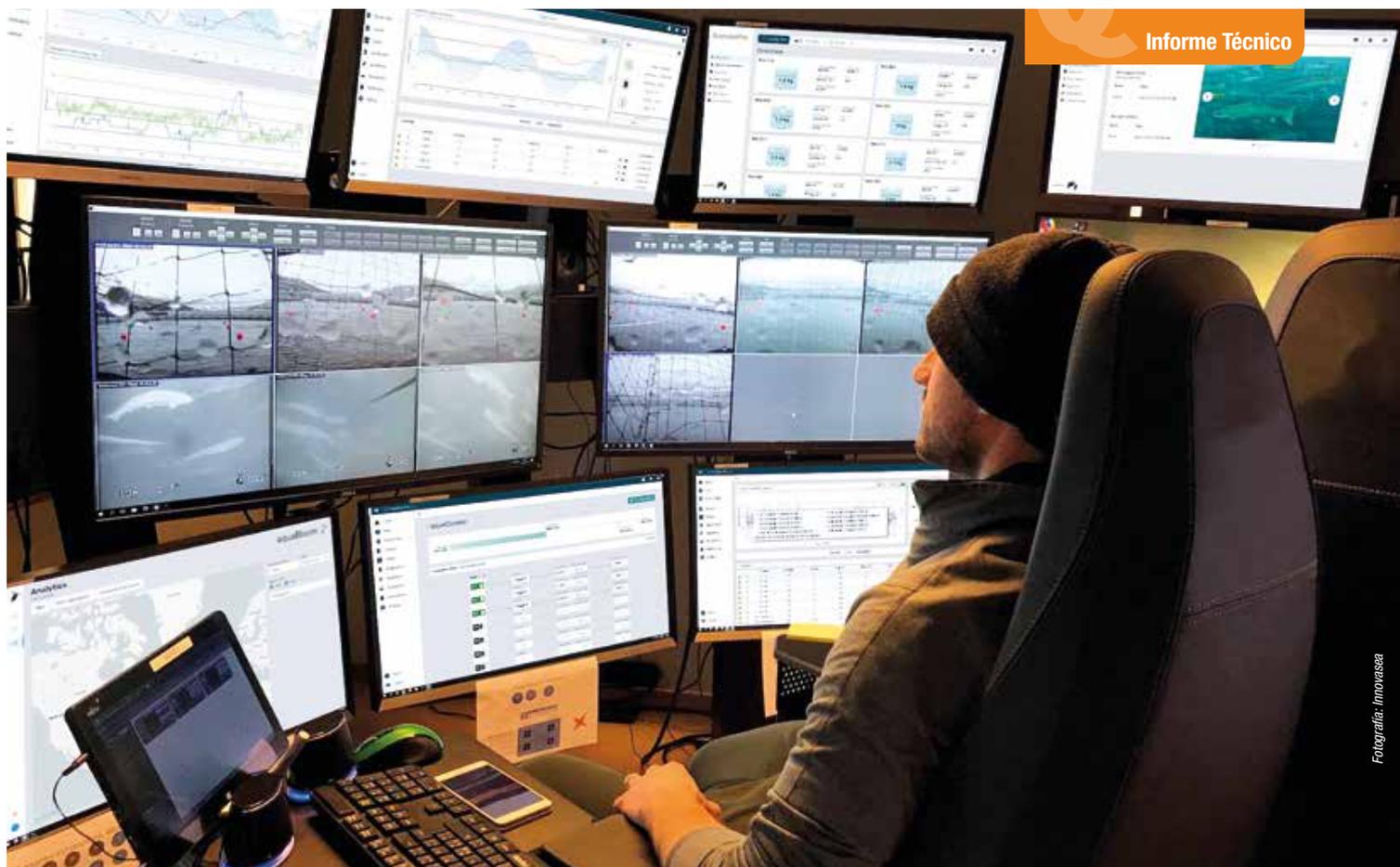
precisos y en tiempo real sobre las condiciones del entorno.

Una de las aplicaciones más revolucionarias de los sensores IoT en la acuicultura es el monitoreo continuo de la calidad del agua, un factor crítico para el bienestar de los peces. Sensores especializados permiten medir variables como la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH y la salinidad. La capacidad de acceder a esta información en tiempo real permite a los acuicultores tomar decisiones informadas y mitigar riesgos antes de que se conviertan en problemas graves.

Por ejemplo, un descenso en los niveles de oxígeno puede ser detectado inmediatamente, permitiendo la implementación de medidas correctivas como el uso de aireadores. Esto no solo mejora la salud de los animales, sino que también evita pérdidas significativas en la productividad.

Los sensores IoT también destacan por su capacidad para identificar anomalías en las condiciones del agua. Cambios repentinos en la temperatura o un aumento en los niveles de nutrientes podrían indicar problemas como proliferaciones de algas nocivas o contaminación. Al proporcionar alertas tempranas, estos sistemas permiten a los acuicultores responder de manera proactiva, protegiendo tanto a los animales como al ecosistema circundante.

Otra ventaja clave de los sensores en la acuicultura es su capacidad para optimizar el uso de recursos. Al proporcionar datos detallados sobre las condiciones del agua, los productores pueden ajustar el consumo de alimentos, energía y productos químicos. Esto no solo reduce los costos operativos, sino que



Informe Técnico

Fotografía: Innovasea

también contribuye a la sostenibilidad al minimizar el desperdicio.

La implementación de estas tecnologías también incrementa la competitividad del sector, ya que los productos obtenidos bajo condiciones controladas y sostenibles tienden a ganar preferencia entre los consumidores.

La integración de sensores con sistemas automatizados es otro avance significativo. Estas plataformas permiten a los acuicultores gestionar las condiciones del agua de manera remota y automatizar procesos críticos, reduciendo la necesidad de intervención manual. En entornos desafiantes, como granjas ubicadas en regiones remotas, estas capacidades son particularmente valiosas.

La adopción de sensores IoT no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también promueve la sostenibilidad. Al optimizar el uso de recursos y reducir el impacto ambiental, estas tecnologías fortalecen la confianza del consumidor en los productos acuícolas. Además, la capacidad de rastrear a los peces a lo largo de su vida útil abre nuevas oportunidades para garantizar la calidad y seguridad de los alimentos producidos.

NECESIDADES DE LA INDUSTRIA CHILENA

Transversalmente, todas las empresas productoras requieren saber más, confiablemente y en tiempo real.

En la industria salmonicultura chilena, esto reviste de particular importancia desde hace algunos años. Al ser la segunda más grande del mundo, la necesidad de tener un conjunto de datos importante y creíble que permita tomar decisiones

estratégicas y tácticas acertadas, a la vez que se garantiza la continuidad operativa de procesos clave, es fundamental.

En este sentido, la alimentación remota se presenta en la actualidad como una de las tendencias relevantes en la industria, y su implementación adecuada sigue avanzando a pasos acelerados. Para garantizar la eficacia en el proceso y seguir mejorando, se necesita acceso a datos medioambientales que estén siempre disponibles y en los que se pueda confiar.

Otro punto clave es cumplir con las regulaciones medioambientales que solicitan las autoridades. En Chile, éstas son cada vez más cambiantes, de modo que las soluciones de monitoreo ambiental en tiempo real eficaces, robustas y flexibles juegan un papel relevante en varias de ellas.

Asimismo, el oxígeno es vital para la producción. Actualmente existen en el mercado diferentes sistemas para aplicarlo, como las microburbujas, nanoburbujas, conos de oxigenación, entre otros.

Sin embargo, un sistema de difusión que funciona muy bien en una piscicultura puede que no tenga el mismo resultado en otra, y si no se dispone de datos, difícilmente se podrá determinar la eficiencia de ellos ni hacer análisis que permitan conocer cuál sistema es el más adecuado.

30 AÑOS ACOMPAÑANDO A LA INDUSTRIA

Para conocer más respecto de la aplicación en Chile que tienen los sensores y el IoT en la salmonicultura nacional, Revista AQUA conversa con el gerente Técnico de Innovasea,

El monitoreo de los parámetros del agua es clave para la producción.

“Los sensores IoT han emergido como herramientas fundamentales para optimizar las operaciones acuícolas al proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre las condiciones del entorno”.



Informe Técnico



Fotografía: Ideal Control

“Como empresa, mantenemos un enfoque técnico fundamentado en los pilares de eficiencia, sostenibilidad y productividad. Creemos que son la base para apoyar efectivamente a que nuestros clientes puedan tener éxito y ser eficientes”, explica Jorge Bravo, gerente Técnico de Innovasea.

Jorge Bravo. Esta empresa ha trabajado junto a la industria acuícola por más de 30 años, siendo reconocida globalmente por desarrollar tecnología de punta.

“Como empresa, mantenemos un enfoque técnico fundamentado en los pilares de eficiencia, sostenibilidad y productividad. Creemos que son la base para apoyar efectivamente a que nuestros clientes puedan tener éxito y ser eficientes en una industria desafiante que se transforma día a día”, explica Jorge Bravo.

El ejecutivo comenta que cuentan con una amplia oferta de productos, tanto para *Land Based Aquaculture*, con soluciones para sistemas de recirculación (RAS), además de tecnología para filtrado mecánico, tanto de tambor como de disco. “También tenemos sistemas de esterilización UV y de desinfección con ozono, así como de alimentación automática basada en la tecnología de Arvotec. Diseñamos también sistemas de manejo de gases a la medida de cada piscicultura”, agrega.

Para las operaciones de mar, bajo el paraguas de su división de *Aquaculture Intelligence*, Innovasea ofrece sensores inalámbricos de última generación, que permiten monitorear constantemente en los centros de cultivo parámetros ambientales clave como oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, corrientes, entre otros. “ Toda esa información se canaliza hacia nuestra

Son diversos parámetros los que son medidos en los centros de cultivo, como oxígeno o clorofila.

plataforma RealFish Pro, que utiliza poderosos algoritmos y análisis predictivos para dar una visión sin igual y estratégica de las condiciones de los centros, en todo momento y en todo lugar. Así ayudamos a que se tomen decisiones basadas en datos, promoviendo la acuicultura de precisión”, detalla.

El ejecutivo manifiesta que Innovasea partió monitoreando lo básico: Oxígeno disuelto en el agua, temperatura y salinidad. Esto es clave para cumplir con la regulación técnica de la SMA (RES 252/2020, RES 2019-2020, RES.Ex.2662/2021) y ayuda a los productores a tomar decisiones durante el proceso de alimentación de los peces. También aporta antecedentes necesarios en la planificación de la producción.

Además, miden otros parámetros, como clorofila y ficoeritrina, y las corrientes a lo largo de la columna de agua para alimentar algoritmos avanzados y obtener información aún más valiosa y segundas derivadas, como, por ejemplo, *feedback* de cómo se dispersa el *pellet* de alimento en tiempo real, grado de hipoxia del salmón, y predicción del comportamiento del oxígeno en el centro de cultivo.

IDEAL CONTROL

Ideal Control tiene cerca de 15 años entregando soluciones tecnológicas que ayudan a sus clientes a optimizar el uso de recursos esenciales mediante el desarrollo de soluciones tecnológicas, implementando elementos de medición y control además de plataformas de software dedicadas, permitiendo aumentar la eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental.

En entrevista con Revista AQUA, el gerente general de Ideal Control, Marcos Méndez, explica que cuentan con sistemas para aumentar la eficiencia en la gestión de oxígeno en centros de agua de mar y centros de agua dulce mediante la integración de sensores de oxígeno disuelto en el agua con flujómetros máxicos que miden la cantidad real de oxígeno aplicada. “Este sistema pone a disposición de los clientes un *dashboard* que entrega información que les indica, en todo momento, la eficiencia del sistema de difusión y detecta eventos anómalos que hacen que el sistema se transforme en ineficiente”, agrega.

Además, ofrecen un sistema integral de monitoreo y gestión de eficiencia eléctrica; sistemas de medición de parámetros hídricos para cumplir con normativa vigente DGA (Dirección General de Aguas); sistemas de medición de parámetros abióticos para cumplir con normativa vigente SMA en CES; y sistemas de medición de CO2 y turbidez para RAS y *wellboat*.

“Actualmente, en agua de mar, estamos monitoreando los niveles de oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación de oxígeno en el agua de cada jaula. Asimismo, controlamos la cantidad real de oxígeno aplicado a cada jaula necesario para mantener los niveles de oxígeno establecidos por el cliente”, explica.



Fotografía: Imovasea

El monitoreo es clave para entregar lo exigido por organismos como la SMA.

“Actualmente, en agua de mar, estamos monitoreando los niveles de oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación de oxígeno en el agua de cada jaula. Asimismo, controlamos la cantidad real de oxígeno aplicado a cada jaula necesario para mantener los niveles de oxígeno establecidos por el cliente”, comenta Marcos Méndez, gerente general de Ideal Control.

Por otra parte, la empresa también hace seguimiento a los valores abióticos del agua en centros de cultivo, como la concentración de oxígeno, temperatura del agua y salinidad, entre otros, para dar cumplimiento a la SMA.

MIRANDO EL 2025

Jorge Bravo explica que durante este año tendrán a disposición su cámara de estimación de biomasa y el módulo BiomassPro. “Es una herramienta nada invasiva, práctica, portable y flexible, que ya está ayudando a varios de nuestros clientes a estimar el tamaño de sus peces con gran precisión. Será un producto clave para este año”.

“Además, seguimos potenciando nuestro software de gestión acuícola, el cual ofrece a nuestros clientes módulos para gestionar y seguir de cerca toda su operación acuícola, optimizando la producción, reduciendo costos y aumentando rentabilidad”.

Por su parte, Marcos Méndez invita a tomar conciencia de la importancia y de la necesidad de disponer de datos que les permitan conocer la cantidad de oxígeno aplicado en cada jaula y centro de cultivo durante un ciclo productivo, “de modo de que puedan disponer de herramientas para hacer más eficiente el uso de este recurso, generando ahorros importantes e impactando de forma positiva en la productividad de la empresa”. 

Fotografía: Ideal Control



La presentación de los datos en softwares que permitan su rápida revisión es clave para los sistemas.