

Salmonicultura en Chile

Avanzando en

robótica

submarina

EN UN CONTEXTO DE MAYORES EXIGENCIAS REGULATORIAS, CONDICIONES OPERATIVAS COMPLEJAS Y CRECIENTE PRESIÓN POR EFICIENCIA, LA ROBÓTICA SUBMARINA COMIENZA A CONSOLIDARSE COMO UN ALIADO ESTRATÉGICO PARA LA SALMONICULTURA CHILENA, PERMITIENDO MONITOREOS MÁS FRECUENTES, DECISIONES BASADAS EN DATOS Y UNA GESTIÓN PREVENTIVA DE RIESGOS EN CENTROS DE CULTIVO.

El uso de vehículos operados remotamente (ROV) y sistemas autónomos ha permitido optimizar la revisión de redes, fondeos y estructuras sumergidas, reduciendo riesgos para los buzos y mejorando la continuidad operacional en centros de cultivo ubicados en zonas expuestas del sur austral.

Al respecto, desde AquaChile destacan las oportunidades que ofrece la robótica submarina para mejorar la eficiencia productiva, el monitoreo ambiental y la gestión sanitaria en el sector, considerando exigencias crecientes en sostenibilidad y regulación.

“La oportunidad es enorme, ya que la robótica submarina permite avanzar hacia una acuicultura más automatizada, estandarizada y basada en evidencia. Hoy muchas decisiones dependen de observaciones puntuales, con robótica, el salto es capturar más y mejor información, de forma consistente y

poder compararla en el tiempo”, afirman desde la compañía salmonicultora.

Y añaden que, “en eficiencia, abre la puerta a más horas de trabajo disponibles y a una operación con menos complejidad logística que una cuadrilla completa. Y mirando hacia adelante, el potencial es integrar capacidades que hoy están dispersas —registro visual, sensores, verificación de estructuras, detección temprana— e incluso evolucionar a sistemas que no solo identifiquen problemas, sino que ayuden a ejecutar acciones correctivas en tareas específicas”, revelan desde AquaChile, agregando que, “en un escenario de mayores exigencias regulatorias, esa trazabilidad y estandarización se vuelve un activo clave”.

En cuanto a cómo puede la robótica submarina contribuir a reducir riesgos laborales y aumentar la seguridad de los trabajadores, particularmente en tareas críticas como inspección de fondeos, redes y estructuras sumergidas, en AquaChile destacan que, “la contribución más clara es reducir exposición de personas en tareas críticas bajo el agua. En la medida en que ciertas inspecciones y verificaciones puedan hacerse con robótica —operada desde superficie— se mejora el control del trabajo y se disminuye la necesidad de inmersiones frecuentes en faenas complejas”.

OPORTUNIDADES

En este contexto, el gerente de *Farming* de Ventisqueros, Rodrigo Niklitschek, comenta que, “la robótica submarina ha

ESPECIAL AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA



Fotografía: Anselm Rux

avanzado significativamente y hoy existe un uso relativamente extendido de ROV básicos en la industria. Sin embargo, persisten desafíos relevantes para lograr una adopción verdaderamente masiva, especialmente de tecnologías más avanzadas”.

“La principal brecha está en la disponibilidad de ROV de mayor capacidad —capaces de operar a mayor profundidad y con más herramientas e instrumentación— a precios competitivos. Actualmente, la diferencia de costo entre un equipo básico y uno avanzado puede llegar a ser hasta veinte veces superior, lo que limita su implementación generalizada”, añade Niklitschek.

Respecto de las oportunidades de la robótica submarina para la acuicultura, el gerente de *Farming* de Ventisqueros destaca que son significativas y aún en el sector se encuentra en una etapa inicial de desarrollo.

“Gran parte de la operación productiva ocurre bajo el agua, un entorno complejo y de acceso limitado. En ese contexto, la robótica se convierte en nuestros ojos bajo el agua, permitiendo evaluar el estado de la infraestructura, obtener información clave sobre el comportamiento de los peces, comprender mejor la dinámica de corrientes y apoyar a los ingenieros en el diseño y mejora de estructuras. Combinada con inteligencia artificial, abre un potencial aún mayor, permitiendo análisis predictivo, automatización y una toma de decisiones más informada”, comenta Niklitschek.

La robótica submarina permite reducir riesgos de múlti-

ples maneras. La principal es entregar visibilidad inmediata del estado de equipos y estructuras bajo el agua, detectando crecimiento inesperado de líneas, desalineación de anclas y daños en redes. “Además, disminuye significativamente las horas de buceo, reduciendo la exposición del personal y optimizando tareas de recuperación, inspección y búsqueda”, agrega.

No obstante, enfatiza que el desarrollo de la industria de ROVs en Chile aún es incipiente y existen brechas claras: Formación de pilotos con preparación técnica adecuada; estandarización y digitalización de la información generada por los equipos; desarrollo tecnológico local de soluciones diseñadas específicamente para la acuicultura; y una articulación público-privada que permita fortalecer la formación, generar incentivos y acelerar la transferencia tecnológica sectorial.

SEGURIDAD

Adicionalmente, el subgerente de Seguridad y Salud Ocupacional de Ventisqueros, Álex Vásquez, comentó que, “el principal desafío no es solo tecnológico, sino también cultural y estratégico. Operamos en entornos altamente demandantes, con condiciones climáticas complejas, corrientes intensas y baja visibilidad. Esto exige que los ROVs y sistemas autónomos cuenten con robustez técnica, autonomía energética, capacidad de posicionamiento precisa y calidad de registro, para que realmente puedan reemplazar tareas que históricamente han sido realizadas por buzos”.

Operatividad y mantención de equipos.

“La oportunidad es enorme, ya que la robótica submarina permite avanzar hacia una acuicultura más automatizada, estandarizada y basada en evidencia”, AquaChile.

“Además, disminuye significativamente las horas de buceo, reduciendo la exposición del personal y optimizando tareas de recuperación, inspección y búsqueda”, Rodrigo Niklitschek, Ventisqueros.

Sin embargo, el desafío más profundo es cambiar el paradigma: Dejar de entender la robótica como un apoyo y comenzar a verla como la primera línea de control del riesgo.

“En nuestro caso, desde 2019 hemos implementado gradualmente esta tecnología como un aliado estratégico. No fue una decisión puntual, sino una definición corporativa: Si existe una alternativa tecnológica que reduce la exposición a riesgos críticos, debemos adoptarla. Esa convicción nos ha permitido reducir en un 90% el número de inmersiones, y hoy la robótica es parte estructural de nuestra operación”, detalla Álex Vásquez, añadiendo que “la adopción masiva en la industria requerirá precisamente eso: Convicción, liderazgo visible y coherencia entre el discurso y la acción”.

Desde la seguridad, añade que la robótica demuestra que productividad y cuidado no son conceptos opuestos, sino complementarios.

Estos sistemas “permiten monitoreos más frecuentes, objetivos y trazables de redes, fondeos y estructuras. Facilitan la detección temprana de desviaciones, mejoran la planificación de mantenimientos y entregan información que fortalece la gestión sanitaria y ambiental. En un contexto de crecientes exigencias regulatorias y de sostenibilidad, contar con registros digitales, evidencia visual y datos continuos no solo mejora la eficiencia, sino que fortalece la transparencia y la toma de decisiones basadas en evidencia”, destaca el subgerente de Seguridad y Salud Ocupacional de Ventisqueros.

“Para nosotros en Ventisqueros, la robótica no solo ha significado disminuir inmersiones. Ha significado anticiparnos, planificar mejor y tomar decisiones preventivas. Y desde la Seguridad y Salud Ocupacional, esa anticipación es clave: Menos urgencias, menos exposición, menos probabilidades de accidentes graves. Nuestro orgullo no está solo en la tecnología implementada, sino en haber integrado esta herramienta a nuestra cultura preventiva”, valora Álex Vásquez.

Detalla que “en tareas como inspección de fondeos, redes



y estructuras sumergidas, estamos frente a trabajos de alto riesgo inherente: Profundidad, presión, corrientes, carga física y variables ambientales cambiantes. En Seguridad y Salud siempre hablamos de que desde la jerarquía de controles, la robótica representa una medida de sustitución del riesgo. No es simplemente un EPP mejorado o un procedimiento más robusto; es eliminar la exposición directa cuando la tarea puede ser realizada por un sistema remoto”.

“La reducción del 90% en nuestras inmersiones desde 2019 no es un dato operativo, es un indicador de gestión de riesgo. Cada inmersión que no se realiza es una probabilidad menos de enfrentar un accidente grave o incluso fatal. Al mismo tiempo, hemos fortalecido el trabajo colaborativo con nuestras empresas de buceo, elevando estándares, aumentando controles y profesionalizando aún más la actividad cuando la intervención humana es estrictamente necesaria. Desde mi perspectiva, la robótica no reemplaza la cultura de

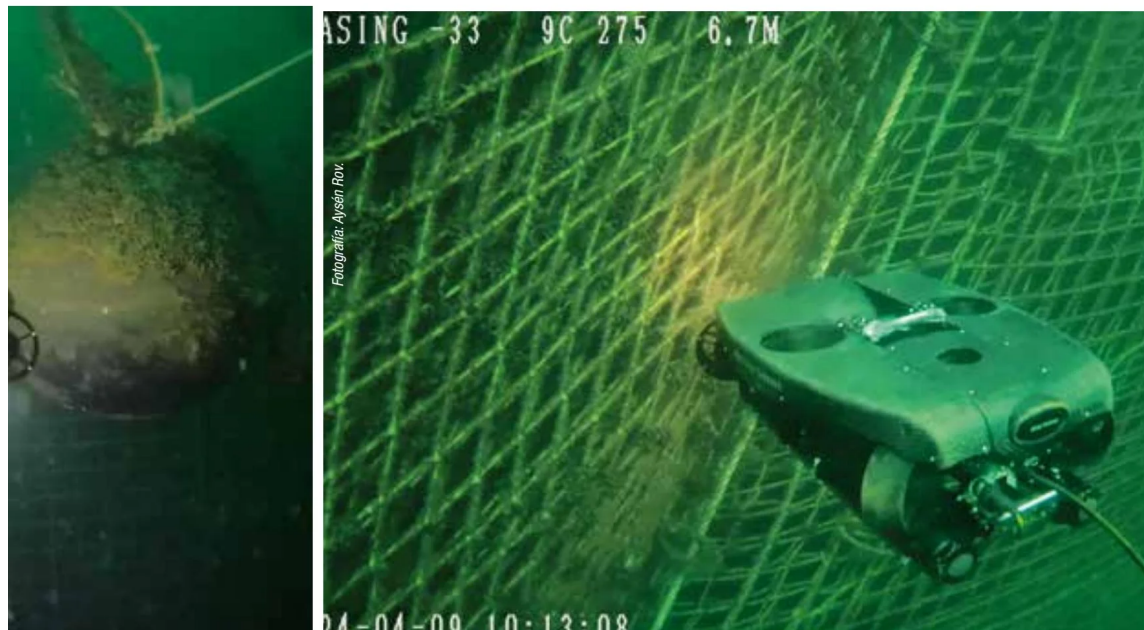


Foto Izq.: Robótica submarina en operación.

Foto Der.: Trabajo en inspección de malla.

seguridad; la potencia", afirma el subgerente de Seguridad y Salud Ocupacional de Ventisqueros, Álex Vásquez.

Sin embargo, detalla que, si Chile quiere ser referente en innovación aplicada a la seguridad en acuicultura, se deben cerrar brechas importantes. "En capital humano, necesitamos más formación especializada en operación, análisis de datos y mantenimiento de sistemas robóticos, pero también líderes capaces de integrar esta tecnología dentro de sistemas de gestión de riesgos", comenta.

"En transferencia tecnológica, es clave adaptar soluciones a nuestras condiciones reales de operación en el sur de Chile, y fortalecer el vínculo entre empresas productivas, desarrolladores tecnológicos y centros de investigación. Y en articulación público-privada creo que, debemos promover marcos regulatorios y espacios de colaboración que reconozcan la robótica como una medida efectiva de control de riesgos críticos", añade Vásquez.

"Desde Ventisqueros, estamos convencidos de que el liderazgo en seguridad no se declara, se demuestra. Haber avanzado sostenidamente desde 2019 en la incorporación de robótica submarina nos posiciona con responsabilidad; queremos ser un referente en la industria, no solo en productividad, sino en cómo la tecnología puede proteger la vida y la salud de las personas", comentó.

OPERACIÓN SUBMARINA

"Nosotros en el gremio que presido, que es AgrupAysén, tenemos alrededor de 32 empresas socias, de las cuales alrededor de cinco se dedican a la robótica submarina", explica Jhonatan Macdowell, presidente de AgrupAysén, detallando que estos servicios incluyen inspección de redes y líneas de fondeo, monitoreo del fondo marino y revisión de mortalidad.

"En la robótica, el primer valor fundamental es que reduce los costos y protege el medio ambiente", afirma, destacando además que hoy existen ROV con inteligencia artificial que permiten monitorear en tiempo real el comportamiento de los peces y detectar enfermedades en las jaulas, fortaleciendo la eficiencia y disminuyendo riesgos para los buzos.

En cuanto a capacidades operativas, señala que "nuestros proveedores cuentan con ROV que pueden operar desde los 150 m hasta 300 m, además de pinzas mecánicas que permiten reparar redes loberas y realizar distintas labores bajo el agua con menor riesgo que el buceo tradicional. Yo creo que se compatibiliza la salmonicultura de la mano con la actividad de la robótica un 100%", sostiene, destacando que en Aysén —donde se concentra la mayor siembra de salmón en Chile— la mejora tecnológica ha permitido enfrentar condiciones complejas y responder con mayor rapidez ante emergencias. También indica que las empresas locales observan oportunidades en otras zonas, como Puerto Natales.

Respecto a la evolución del sector, enfatiza que "se están profesionalizando los pilotos ROV de acá en la región de Aysén", gracias a capacitaciones locales que reducen costos y fortalecen el capital humano. Sin embargo, advierte que muchas empresas operan bajo un sistema "SPOT", sin contratos de largo plazo, lo que dificulta sostener inversiones que pueden alcanzar los \$1.000 millones en nuevos ROV y sistemas de limpieza *in situ*. "Creo que a veces falta más compromiso de la industria con los proveedores locales, porque sigue llegando mucho proveedor de otras regiones y nosotros tenemos las mismas capacidades", concluye, destacando el aporte del gremio —que agrupa a 32 empresas y genera cientos de empleos directos e indirectos— al desarrollo de la región de Aysén. **Q**

"Nuestros proveedores cuentan con ROV que pueden operar desde los 150 m hasta 300 m, además de pinzas mecánicas que permiten reparar redes loberas y realizar distintas labores bajo el agua con menor riesgo", Jhonatan Macdowell, AgrupAysén.