REPORTE N°16

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DEL HÁBITAT COSTERO DE ANCHOVETA EN LA ZONA NORTE – MARZO 2026



ABRIL - 2026

REPORTE N°16



Seguimiento mensual de las condiciones oceanográficas del hábitat costero de anchoveta en la zona norte

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Jorge Oliva López

Autor: Ulises Parker Pereira

• Abril 2026 •

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DEL HÁBITAT COSTERO DE ANCHOVETA EN LA ZONA NORTE – MARZO 2026

Reporte N°16

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico entre el 23 y el 27 de marzo 2026, a bordo de las lanchas de servicio de Corpesca S.A. "Oviedo" y "Albatros" para los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, respectivamente. Las estaciones costeras de frecuencia de observación mensual, se localizaron a 1, 3 y 5mn de la costa frente a Mejillones y Arica, con el fin de recabar los datos oceanográficos y biológico-pesqueros; y posteriormente, procesar y analizar la información para determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficas correspondientes a marzo 2026 en la zona norte del país. Los principales resultados del monitoreo bio-oceanográfico son los siguientes:

Durante marzo de 2026, el sistema oceanográfico frente a Arica y Mejillones se caracterizó por una **alta estabilidad halina**, **variabilidad térmica moderada** y una **estructura de densidad controlada principalmente por la temperatura**, reflejando un escenario típico de transición estacional (fin de verano–inicio de otoño) bajo influencia del sistema de surgencia de la Corriente de Humboldt.

A nivel superficial, la temperatura mostró heterogeneidad espacial asociada a surgencia costera, con **Arica presentando condiciones más cálidas, homogéneas y estratificadas**, mientras que **Mejillones evidenció aguas más frías, densas y con mayor influencia de surgencia activa**. La salinidad se mantuvo altamente conservativa en ambas zonas, confirmando la dominancia oceánica y la baja influencia continental.

En la columna de agua, se observó una **estratificación térmica marcada**, especialmente en Arica, mientras que Mejillones presentó una estructura más homogénea y fría, consistente con surgencia persistente. La profundidad de la isoterma de 15°C evidenció **alta variabilidad espacial**, destacando surgencia intensa en Mejillones (particularmente en el transecto sur) y condiciones más heterogéneas en Arica.

Desde el punto de vista biogeoquímico, **Arica mostró condiciones favorables**, con buena oxigenación superficial y **alta productividad fitoplanctónica**, especialmente en el transecto sur. En contraste, **Mejillones presentó menor oxigenación superficial y productividad moderada**, influenciada por la intrusión de aguas subsuperficiales pobres en oxígeno y la presencia de la Zona de Mínimo Oxígeno.

En términos biológicos, se registró una **disminución en la abundancia de huevos de peces (-5,5%)** y un **aumento significativo de larvas (+112%)** respecto a enero de 2026. Para anchoveta, se observó **actividad reproductiva generalizada (100% de estaciones positivas)**, con menor intensidad de desove, pero **alta supervivencia larval**, alcanzando un máximo histórico de larvas en la serie. Esto

indica un **desacople entre producción de huevos y éxito larval**, sugiriendo condiciones ambientales favorables para la supervivencia temprana.

El análisis interanual (2018–2026) muestra un sistema altamente dinámico, con un **máximo reproductivo en 2024**, seguido de una **fase de ajuste en 2025–2026**, caracterizada por menor desove, pero mayor eficiencia larval. El año 2026 se sitúa en una **fase de enfriamiento**, asociada a una reactivación de la surgencia y condiciones potencialmente más productivas.

En conjunto, los resultados evidencian que la dinámica del ecosistema está fuertemente controlada por la variabilidad oceanográfica (surgencia, temperatura, oxígeno y productividad), determinando el éxito reproductivo y la supervivencia temprana de especies clave como la anchoveta. Mejillones destaca como una zona de **mayor estabilidad y retención**, mientras que Arica presenta **mayor variabilidad, pero alta productividad**, configurando un sistema complementario para el reclutamiento regional.

La abundancia de huevos de sardina española frente a Arica, Iquique y Mejillones durante el período 2015–2025 exhibe una **alta variabilidad interanual**, marcada por **pulsos reproductivos intensos en 2017, 2023 y 2024**, intercalados con años de **baja actividad**. Este patrón sugiere que la sardina española responde fuertemente a **fluctuaciones ambientales**, como la temperatura superficial del mar, la productividad primaria y la intensidad de la surgencia costera.

El **repunte observado en 2023 y 2024** podría indicar un retorno de condiciones oceanográficas favorables tras un período de baja reproducción entre 2018 y 2022. Sin embargo, la **disminución en 2025** y a marzo 2026 se mantiene esta disminución, pero pulsante.

En conjunto, los resultados reflejan el **carácter oportunista y altamente variable de la reproducción de la sardina española en el ecosistema de la corriente de Humboldt**, y subrayan la importancia de integrar estos indicadores tempranos en las estrategias de manejo y conservación del recurso.

La presencia de huevos de sardina española, indican que en 2026 el sistema se encuentra en una fase de actividad reproductiva intermedia, posterior a un periodo de alta intensidad, lo que podría representar una normalización del sistema más que una baja. **No obstante, se recomienda mantener un monitoreo continuo para evaluar la evolución de esta tendencia y su posible impacto en el reclutamiento futuro.**

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los resultados obtenidos de la realización del monitoreo mensual de las condiciones oceanográficas del hábitat costero de la anchoveta en la Zona Norte, efectuado entre 23 y 27 de marzo 2026, frente a los puertos de Arica y Mejillones.

OBJETIVO GENERAL

Conocer las variaciones de los parámetros físico-químicos en forma mensual en la columna de agua de la zona costera.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas correspondiente a marzo 2026, abarcó la zona marítima de las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, comprendida entre Arica (18°26'S) y Mejillones (23°04'S), donde se establecieron para los puertos de Arica y Mejillones, dos transectos perpendiculares a la costa equidistantes cada 2mn con estaciones programadas a 1, 3 y 5mn (**Figs. 1, 2 y 3**).

Plataforma de trabajo y programación de estaciones in situ

Para el desarrollo de esta actividad, se utilizó como plataforma de trabajo las lanchas de servicio de Corpesca S.A. “Oviedo” y “Albatros” para los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, respectivamente. En el **Cuadro 1**, se consigna el número total de transectos y estaciones realizadas, el rango latitudinal y las fechas de inicio y término de esta actividad.

Cuadro 1

Programación de estaciones *in situ* realizadas durante marzo 2026.

Número de Transectos	N° de Estaciones	Duración en Días	Rango Latitudinal	Fecha de Inicio y Término
4	11	7	18°26’ – 23°04’ LS	23 al 27 marzo 2026

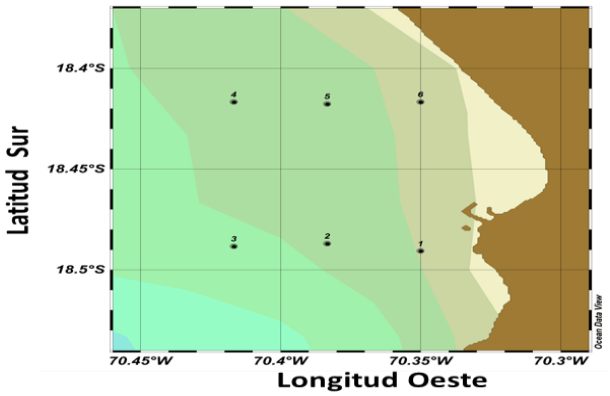


Figura 1. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Arica.**

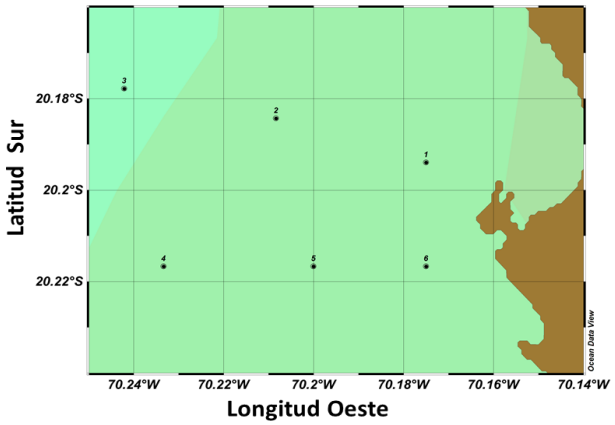


Figura 2. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Iquique.**

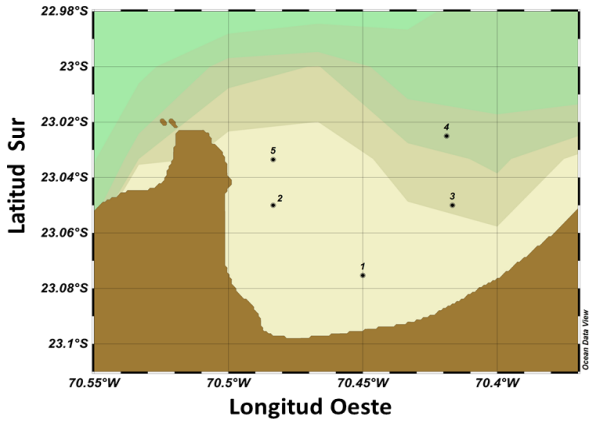


Figura 3. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Mejillones.**

RESULTADOS

1. Condición oceanográfica frente a la costa norte de Chile – marzo 2026

Durante marzo de 2026, el análisis de la temperatura superficial del mar (TSM) en la franja costera norte de Chile, que abarca las zonas frente a Arica y Mejillones. El conjunto de datos, permite caracterizar el estado físico de la capa superficial bajo un enfoque integrado de variabilidad térmica, halina y densimétrica. La **temperatura superficial del mar (TSM)** presenta un promedio de 17,27 °C con una desviación estándar de ±1,44 °C, evidenciando la mayor fuente de variabilidad del sistema.

El rango térmico (14,89–19,06 °C) indica la presencia de gradientes espaciales marcados, atribuibles a la interacción entre aguas frías recientemente afloradas y aguas más cálidas estabilizadas superficialmente. Este patrón es característico de zonas de surgencia costera activa, donde la advección de aguas subsuperficiales frías genera enfriamientos localizados, especialmente en estaciones cercanas a la costa (1mn), mientras que hacia 3 y 5mn tienden a observarse condiciones más homogéneas y cálidas por mezcla y radiación solar (**Fig. 4 y Tabla 1**).

En contraste, la **salinidad** muestra un promedio de 34,64 ups con una desviación estándar muy baja (±0,038), y un rango estrecho (34,584–34,706 ups), lo que evidencia una estructura halina altamente conservativa. Esta homogeneidad sugiere una débil influencia de forzantes continentales (descarga fluvial o precipitaciones) y una dominancia de masas de agua oceánicas propias del sistema de la Corriente de Humboldt. La estabilidad de la salinidad indica además que los procesos de mezcla horizontal y vertical no generan contrastes significativos en este parámetro a escala superficial (**Fig. 5 y Tabla 1**).

La **densidad (σt)** presenta un valor medio de 25,13 kg/m³ con una desviación estándar de ±0,366, y un rango entre 24,70 y 25,70 kg/m³. Dado el bajo nivel de variabilidad en la salinidad, la densidad está controlada principalmente por la temperatura, mostrando una relación inversa típica: aguas más frías presentan mayor densidad. Este comportamiento confirma que los núcleos de mayor densidad están asociados a intrusiones de aguas frías de origen subsuperficial, reforzando la señal de surgencia (**Tabla 1**).

El análisis de los datos superficiales en **Arica**, evidencia un sistema altamente homogéneo en la capa superficial, con baja variabilidad en todos los parámetros evaluados.

La **temperatura superficial del mar** presentó un promedio de 18,48 °C ± 0,46 °C, con un rango estrecho entre 17,98 °C y 19,06 °C. Esta reducida dispersión térmica indica condiciones de relativa estabilidad, con escasa influencia de procesos intensos de surgencia durante el periodo de muestreo. La homogeneidad térmica sugiere una capa superficial bien mezclada o dominada por calentamiento atmosférico, típica de condiciones de verano tardío **(Fig. 4 y Tabla 1).**

En cuanto a la **salinidad**, se registró un promedio de 34,67 ups ± 0,021, con un rango muy acotado (34,646–34,706 ups), lo que refleja una estructura halina prácticamente conservativa. Esta baja variabilidad confirma la ausencia de aportes continentales significativos y la predominancia de aguas oceánicas del sistema de la Corriente de Humboldt, sin evidencias de intrusiones de masas de

agua con distinta firma salina **(Fig. 5 y Tabla 1).**

La **densidad** presentó un promedio de 24,82 kg/m³ ± 0,125, con valores entre 24,70 y 25,01 kg/m³. Al igual que en sistemas superficiales típicos, la variabilidad de la densidad está controlada principalmente por la temperatura, dado el comportamiento casi constante de la salinidad. Los valores relativamente bajos de densidad son consistentes con aguas más cálidas y estratificadas **(Tabla 1).**

En contraste, en **Mejillones** revela un sistema con mayor influencia de procesos dinámicos costeros en comparación con Arica, particularmente asociados a surgencia.

La **temperatura superficial del mar** presenta un promedio de 15,82 °C ± 0,68 °C, con un rango entre 14,89 °C y 16,83 °C. Estos valores son significativamente más bajos que los observados en Arica, lo que evidencia la presencia de aguas más frías en superficie. La variabilidad térmica, aunque moderada, sugiere la influencia de surgencia costera activa, que favorece el ascenso de aguas subsuperficiales frías hacia la superficie, especialmente en sectores cercanos a la costa **(Fig. 4 y Tabla 1).**

En cuanto a la **salinidad**, se observa un promedio de 34,60 ups ± 0,021, con un rango estrecho (34,584–34,643 ups), lo que indica una alta homogeneidad halina. Este comportamiento confirma, al igual que en Arica, la dominancia de masas de agua oceánicas del sistema de la Corriente de Humboldt y la escasa influencia de aportes continentales. La baja variabilidad salina sugiere que los procesos físicos que afectan la zona (como la surgencia) no generan cambios significativos en este parámetro a nivel superficial **(Fig. 5 y Tabla 1).**

La **densidad** presenta un promedio de 25,51 kg/m³ ± 0,118, con valores entre 25,41 y 25,70 kg/m³, siendo notablemente más altos que en Arica. Esta diferencia está directamente relacionada con las menores temperaturas registradas, lo que refuerza la relación inversa entre temperatura y densidad. La mayor densidad superficial es consistente con la presencia de aguas recientemente afloradas, típicamente más frías y densas **(Tabla 1).**

El análisis de la **columna de agua en marzo de 2026** para la zona evidencia una estructura oceanográfica vertical bien definida, donde la variabilidad térmica domina la estratificación, mientras que la salinidad mantiene un comportamiento relativamente conservativo.

A escala regional, la temperatura presenta un promedio de **14,82 °C ± 1,45**, con un amplio rango (13,07–19,06 °C), lo que refleja una marcada **estratificación vertical**. Los valores máximos corresponden a la capa superficial, mientras que los mínimos evidencian la presencia de aguas más frías en profundidad, consistentes con masas de agua subsuperficiales características del sistema de la Corriente de Humboldt.

La salinidad muestra un promedio de **34,66 ups ± 0,048**, con un rango moderado (34,47–34,87 ups), lo que indica una leve variabilidad vertical asociada a la superposición de masas de agua, aunque sin cambios abruptos.

La densidad alcanza un promedio de **25,82 kg/m³ ± 0,375**, con valores entre 24,70 y 26,31 kg/m³, evidenciando una **estructura vertical estable**, donde el aumento de densidad con la profundidad está controlado principalmente por el descenso térmico **(Tabla 2).**

En Arica, la columna de agua presenta un promedio térmico de **15,57 °C ± 1,63**, con el mayor rango térmico observado (13,53–19,06 °C). Esto indica una **alta variabilidad vertical**, compatible con una estratificación marcada en superficie y la presencia de aguas frías en profundidad.

La salinidad (**34,69 ± 0,038 ups**) es relativamente homogénea, lo que sugiere que la estructura vertical está controlada principalmente por la temperatura más que por intrusiones halinas.

La densidad (**25,67 ± 0,432 kg/m³**) muestra una variabilidad considerable, reflejando una columna de agua más dinámica. Este patrón puede estar asociado a procesos de mezcla vertical intermitente o a la influencia de surgencia débil a moderada, que no logra homogenizar completamente la columna **(Tabla 2).**

Mejillones presenta un promedio térmico menor (**14,15 °C ± 0,82**), lo que confirma un sistema más frío en toda la columna de agua. El rango térmico (13,07–16,83 °C) es más acotado que en Arica, indicando una **columna más homogénea verticalmente**.

La salinidad (**34,63 ± 0,037 ups**) mantiene baja variabilidad, consistente con una masa de agua relativamente uniforme.

La densidad (**25,95 ± 0,248 kg/m³**) es más alta que en Arica y menos variable, lo que sugiere una **columna de agua más estable y dominada por aguas frías y densas**, típicas de zonas de surgencia más persistente **(Tabla 2).**

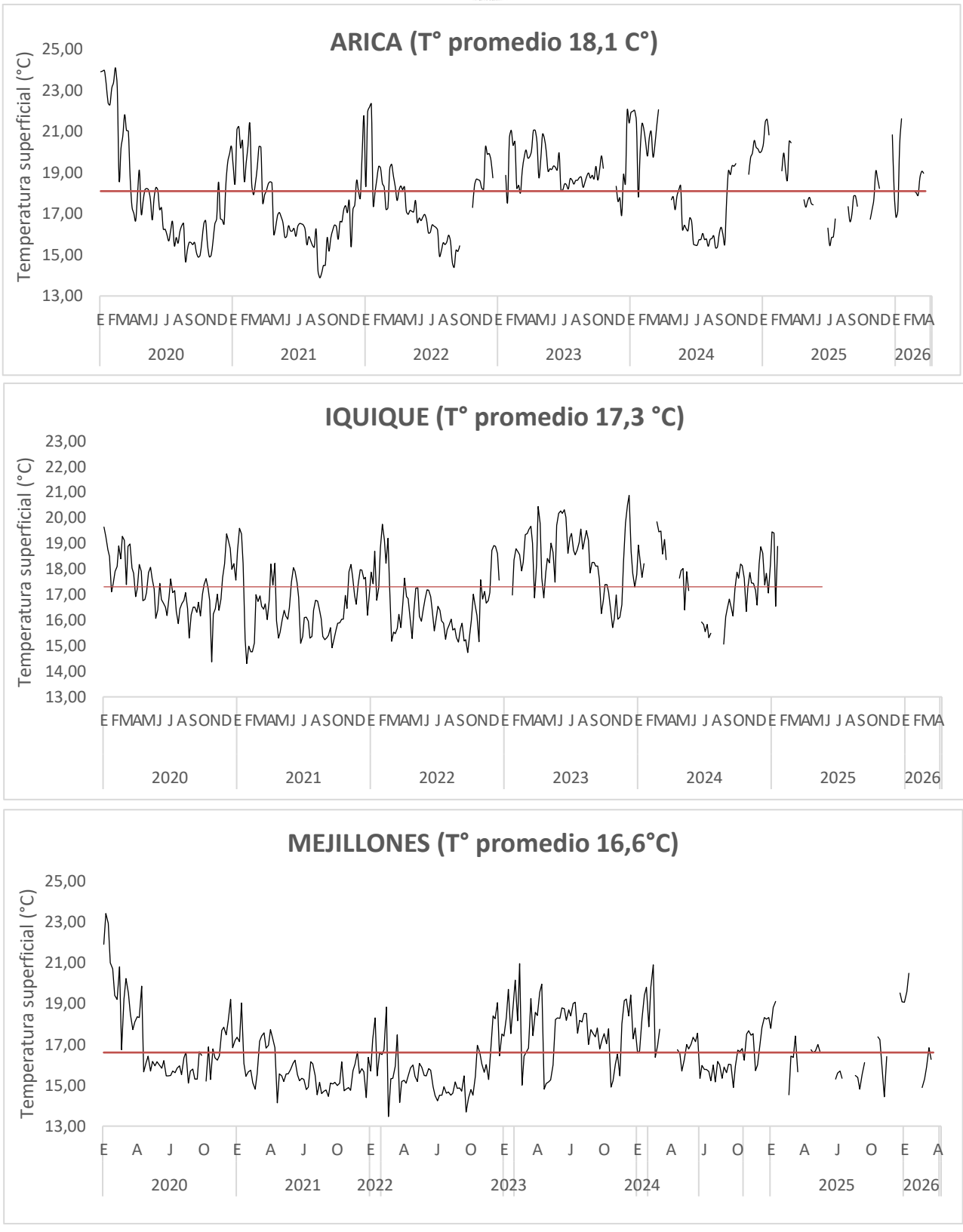
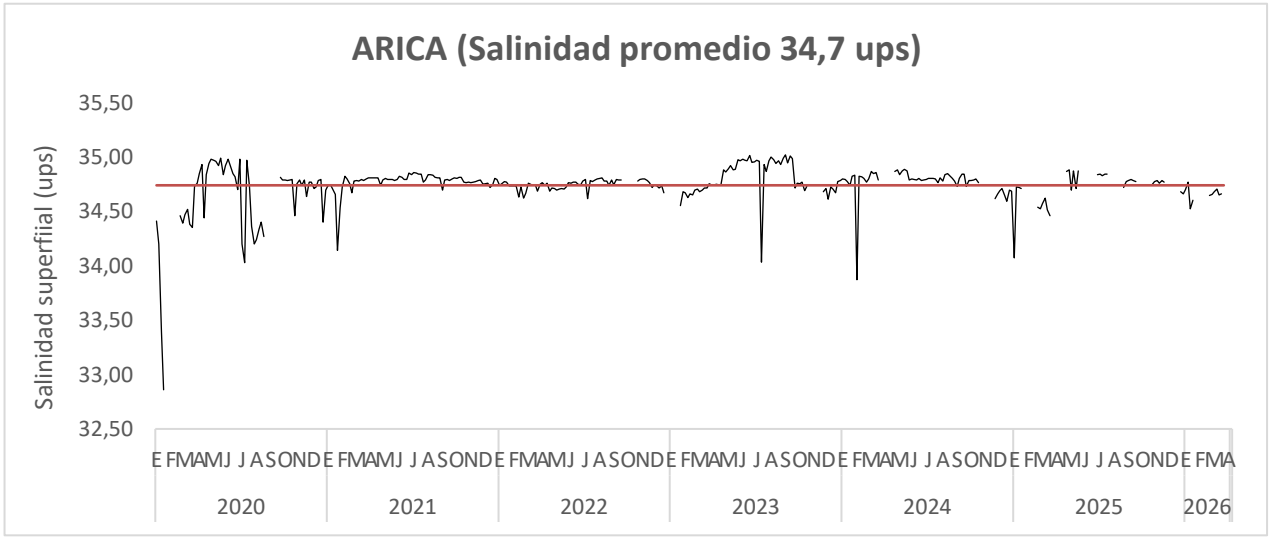


Figura 4. **Temperatura superficial del mar (TSM °C) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Enero 2020 – marzo 2026. Iquique sin información en marzo 2026.**



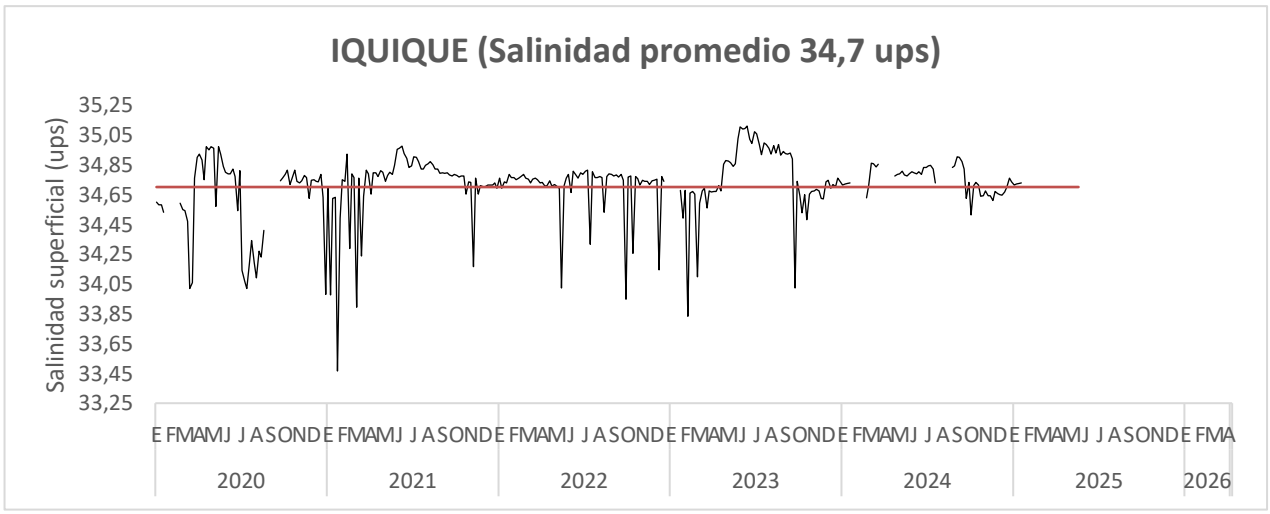




Figura 5. **Salinidad superficial promedio (ups) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Enero 2020 – marzo 2026. Iquique sin información en marzo 2026.**

Tabla 1. Estadígrafos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m^3) superficial (1m) frente a los puertos de Arica y Mejillones durante marzo 2026. En Iquique no se realizó crucero.

1 m	T (°C)	S (ups)	D (Kg/m^3)
Global			
Promedio	17,272	34,638	25,130
Min	14,891	34,584	24,695
Max	19,063	34,706	25,700
DS	1,442	0,038	0,366
Arica			
Promedio	18,481	34,667	24,815
Min	17,984	34,646	24,695
Max	19,063	34,706	25,014
DS	0,460	0,021	0,125
Iquique			
Promedio			
Min			
Max			
DS			
Mejillones			
Promedio	15,822	34,604	25,507
Min	14,891	34,584	25,405
Max	16,828	34,643	25,700
DS	0,679	0,021	0,118

La serie de **marzo 2018-2026** evidencia una TSM que oscila entre **16,65 °C (2022)** y **19,40 °C (2024)**, con un rango cercano a 2,8 °C, lo que indica una **variabilidad térmica significativa a escala interanual (Fig. 6)**.

Se identifica **marzo frío (2021–2022),** descenso sostenido hasta el mínimo en 2022 (16,65 °C), consistente con condiciones tipo **La Niña**, que intensifican la surgencia y el enfriamiento superficial. **Periodo cálido (2023–2024),** aumento térmico asociado a condiciones tipo **El Niño** y debilitamiento de la surgencia. **Nueva fase (2025–2026),** sugiriendo una reactivación de condiciones neutras con marcada variabilidad **(Fig. 6).**

La salinidad promedio global osciló en marzo 2026 entre 34,41 ups (2020) y 34,81 ups (2019), con un rango total de apenas 0,40 ups, lo que confirma una alta estabilidad halina en la capa superficial.

Se distinguen en marzo 2018–2019 valores relativamente altos (≈34,74–34,81 ups), asociados a mayor influencia de aguas oceánicas subtropicales. En marzo 2020, descenso abrupto (34,41 ups), posiblemente vinculado a una mayor mezcla vertical o advección de aguas menos salinas. En marzo 2021–2024 alcanzaron valores cercanos a 34,79 ups en 2024. El 2025–2026, leve disminución (34,60–34,64 ups), sugiriendo una ligera modificación en la composición de masas de agua o intensificación de mezcla **(Fig. 6).**

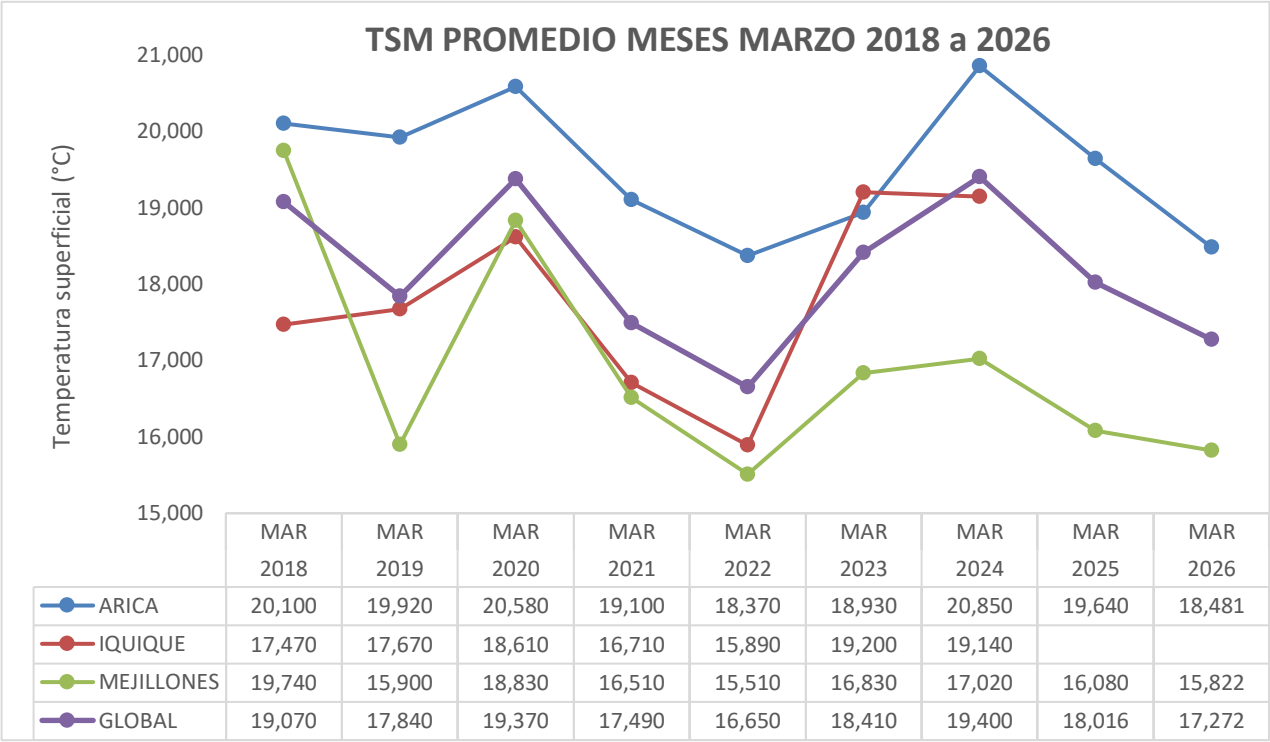
Arica en la serie de marzo (2018-2026), respecto a los otras zonas monitoreadas, presentó TSM más altas (18,37–20,85 °C), reflejando su carácter más subtropical. Máximo en **2024 (20,85 °C)**. Descenso progresivo hasta **18,48 °C en 2026**, uno de los valores más bajos de la serie reciente. La tendencia reciente sugiere **enfriamiento superficial**, posiblemente por mayor influencia de surgencia y debilitamiento del forzamiento cálido **(Fig. 6).**

La salinidad en la serie de marzo el máximo Rango: **34,43–34,83 ups**. Alta estabilidad, con oscilaciones suaves. Mínimo en **2020 (34,43)** y descenso relativo en **2025 (34,54)**. En **2026 (34,67 ups)** aumenta respecto a 2025. Refleja una zona con fuerte influencia oceánica y baja perturbación continental **(Fig. 6).**

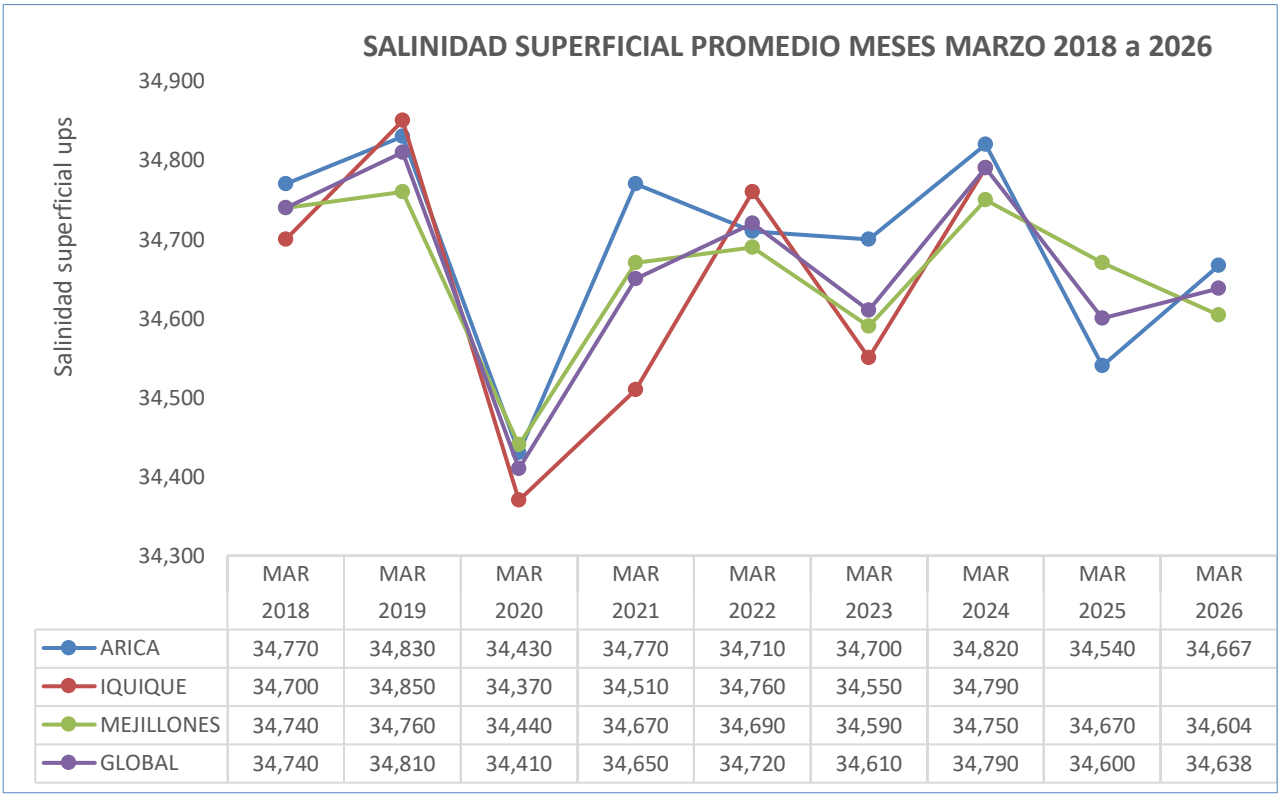
Iquique la TSM muestra mayor variabilidad relativa: Mínimo en **2022 (15,89 °C)**, evidenciando fuerte enfriamiento. Máximo en **2023 (19,20 °C),** con alta sensibilidad a cambios climáticos. Serie incompleta hacia 2025–2026 **(Fig. 6)**.

La salinidad en **Iquique** Rango: **34,37–34,85 ups**, similar a Arica, pero con mayor variabilidad puntual. Mínimo en **2020 (34,37)**. Máximo en **2019 (34,85)**. Comportamiento sugiere sensibilidad a procesos de mezcla y advección **(Fig. 6)**.

Mejillones la TSM es la zona más fría y con señal más clara de surgencia: Mínimo en **2022 (15,51 °C)**. Valores consistentemente bajos en toda la serie. En **2026 (15,82 °C)** se mantiene dentro del rango frío, lo que indica **persistencia de condiciones de surgencia activa**. Menor amplitud térmica que Arica, pero con tendencia estructural más fría **(Fig. 6).** La salinidad en Mejillones Rango**: 34,44–34,76 ups,** ligeramente más estable. Valores consistentemente intermedios. En 2026 **(34,60 ups)** se mantiene en la parte baja del rango reciente. Refuerza su carácter de zona dominada por surgencia, donde la salinidad tiende a ser ligeramente menor debido a mezcla vertical.



	MAR 2018	MAR 2019	MAR 2020	MAR 2021	MAR 2022	MAR 2023	MAR 2024	MAR 2025	MAR 2026
ARICA	20,100	19,920	20,580	19,100	18,370	18,930	20,850	19,640	18,481
IQUIQUE	17,470	17,670	18,610	16,710	15,890	19,200	19,140		
MEJILLONES	19,740	15,900	18,830	16,510	15,510	16,830	17,020	16,080	15,822
GLOBAL	19,070	17,840	19,370	17,490	16,650	18,410	19,400	18,016	17,272



	MAR 2018	MAR 2019	MAR 2020	MAR 2021	MAR 2022	MAR 2023	MAR 2024	MAR 2025	MAR 2026
ARICA	34,770	34,830	34,430	34,770	34,710	34,700	34,820	34,540	34,667
IQUIQUE	34,700	34,850	34,370	34,510	34,760	34,550	34,790		
MEJILLONES	34,740	34,760	34,440	34,670	34,690	34,590	34,750	34,670	34,604
GLOBAL	34,740	34,810	34,410	34,650	34,720	34,610	34,790	34,600	34,638

Figura 6. **Temperatura y salinidad superficial del mar promedio (°C y ups) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Meses de marzo 2018 a 2026. Iquique sin información marzo 2026.**

El análisis de perfiles térmicos en Arica y Mejillones revela que la isoterma de 15°C presentó una marcada variabilidad espacial durante marzo 2026, reflejando diferencias locales en los procesos de mezcla y surgencia costera.

En **Arica**, la isoterma de 15°C muestra una **alta variabilidad espacial entre transectos**, lo que sugiere diferencias en la estructura térmica costera. **Transecto sur**, la isoterma se mantiene **profunda y homogénea (≈20–21 m)**, lo que indica una **columna de agua más estratificada,** presencia de **aguas superficiales cálidas bien desarrolladas.** Posible **debilitamiento del afloramiento costero (Fig. 7**).

Transecto norte, aquí se observa una **fuerte variabilidad horizontal**. Destacando, una isoterma muy **somera en 1mn (8 m).** Profundización progresiva hacia mar adentro (hasta 19 m). Esto sugiere, **intrusión de aguas más frías cerca de la costa**, consistente con procesos de **afloramiento local,** mayor **mezcla vertical** en la zona costera inmediata. Un gradiente térmico marcado entre costa y fuera de la costa **(Fig. 7**).

La diferencia entre ambos transectos evidencia una **estructura térmica heterogénea**, probablemente controlada por: Variabilidad del **viento costero,** intensidad del **afloramiento,** influencia de descargas continentales (como el río San José, si aplica al sector norte). La presencia de una isoterma más somera en el norte implica: **Mayor disponibilidad de nutrientes en superficie**, condiciones potencialmente más favorables para la **productividad primaria (Fig. 7**).

Durante marzo de 2026, en Mejillones la isoterma de 15°C, evidencia una **estructura térmica altamente variable y típicamente asociada a condiciones activas de surgencia costera.**

Transecto sur. Se observa un marcado gradiente costa–océano. La isoterma es extremadamente somera en la costa (1 m), se profundiza progresivamente hacia mar adentro. Esto indica, afloramiento costero muy intenso en la zona más cercana a la costa, ascenso de aguas frías subsuperficiales hasta prácticamente la superficie. Transición hacia una columna más estratificada fuera de la costa (**Fig. 8).**

Transecto norte. Aquí el patrón es inverso al transecto sur, la isoterma más profunda en la costa (17 m), más somera hacia 5mn (7 m). Esto sugiere, menor influencia directa del afloramiento en la costa, posible intrusión de aguas más cálidas o mayor estratificación costera. Presencia de procesos advectivos o recirculación dentro de la bahía de Mejillones (**Fig. 8).**

Mejillones presenta una heterogeneidad espacial muy marcada, incluso mayor que en Arica. El transecto sur refleja un foco activo de surgencia, típico de la zona. Alta disponibilidad de nutrientes, potencial incremento de productividad (fitoplancton). El transecto norte muestra condiciones más estables o estratificadas, posiblemente influenciadas por la geomorfología de la bahía. Retención de masas de agua y circulación local (**Fig. 8).**

En la región de Arica, el análisis de los valores de oxígeno disuelto superficial registrados en las seis estaciones. Oscilan entre **5,55 y 6,35 ml O_2/L**, lo que indica **condiciones bien oxigenadas en la capa superficial**, consistentes con un ambiente marino costero activo y con buena ventilación. Estos niveles están dentro o levemente por sobre promedios históricos típicos para la zona.

Transecto sur: presenta valores relativamente homogéneos **(5,55–5,76 ml O_2/L),** con una leve disminución hacia 5mn **(5,61 ml O_2/L)** (**Fig. 9**).

Transecto norte: muestra valores más altos en general **(6,34–6,35 ml O_2/L en 1 y 3mn),** con una leve disminución en 5mn **(5,90 ml O_2/L)** (**Fig. 9**).

Esto sugiere que el transecto norte está más oxigenado, posiblemente asociado a: Mayor influencia de aguas recientemente ventiladas. Procesos de mezcla vertical o surgencia costera más activa. Menor influencia de masas de agua subsuperficiales pobres en oxígeno.

En Mejillones, los valores registrados varían entre **2,75 y 3,79 ml O_2/L**, lo que indica una **oxigenación moderada a baja en la capa superficial**. Estos niveles se sitúan **por debajo de los promedios históricos (~5 ml O_2/L)** para la zona, sugiriendo la presencia de condiciones menos favorables en términos de ventilación (**Fig. 9**).

Transecto sur: presenta los valores más bajos del conjunto (**2,75 ml O_2/L en 1 mn**), aumentando progresivamente hacia 5mn (3,79 ml O_2/L) (**Fig. 9**).

Transecto norte: muestra valores ligeramente más altos y homogéneos (**3,59–3,78 ml O_2/L**). Esto sugiere que el **sector sur está más influenciado por aguas pobres en oxígeno**, mientras que el norte presenta una leve mejoría en las condiciones de oxigenación (**Fig. 9**).

Gradiente costa-océano, se observa un **incremento del oxígeno desde la costa hacia mar adentro (1 a 5mn)**, especialmente en el transecto sur. Este patrón es consistente con: La influencia de **aguas subsuperficiales pobres en oxígeno (ASPO)** cerca de la costa, típicas del sistema de la Corriente de Humboldt. Una **mayor ventilación o mezcla** en sectores más alejados de la costa.

Las bajas concentraciones superficiales sugieren: **Intrusión de aguas subsuperficiales** con bajo contenido de oxígeno hacia la superficie, posiblemente asociadas a **eventos de surgencia**. **Estratificación débil o mezcla vertical activa**, que transporta aguas menos oxigenadas hacia la capa superficial. Influencia de la **Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)** característica del norte de Chile, especialmente intensa en la bahía de Mejillones (**Fig. 9**).

La serie temporal de clorofila-a para marzo 2026 en Arica, las concentraciones varían entre **2,06 y 10,07 µg Cl-a/L**, evidenciando una **alta variabilidad espacial**. El valor máximo (10,07 µg/L) indica condiciones **altamente productivas**, mientras que los valores mínimos (~2 µg/L) corresponden a niveles más moderados (**Fig. 10**).

Transecto sur: presenta concentraciones significativamente más altas (**10,07; 6,40; 6,57 µg/L**), reflejando un ambiente **más productivo** (**Fig. 10**).

Transecto norte: muestra una clara disminución (**4,82; 3,26; 2,06 µg/L**), indicando condiciones **menos productivas**. Esto sugiere que el **sector sur concentra mayor biomasa fitoplanctónica**, probablemente asociado a forzantes locales (**Fig. 10**).

Gradiente costa-océano. Se observa un patrón claro de **disminución de la clorofila desde la costa hacia mar adentro (1 a 5mn)** en ambos transectos. Sur (10,07 → 6,57 µg/L), Norte (4,82 → 2,06 µg/L). Este gradiente es típico de sistemas de **surgencia costera**, donde la zona cercana a la costa recibe **nutrientes desde aguas profundas**, favoreciendo el crecimiento fitoplanctónico. En

cambio, hacia mar adentro, la disponibilidad de nutrientes disminuye, reduciendo la biomasa.

Los resultados sugieren, fuerte influencia de surgencia en el transecto sur, que explicaría las altas concentraciones de clorofila. En el transecto norte, una **menor intensidad de surgencia o mayor estratificación**, limitando el aporte de nutrientes.

Posible interacción con descargas continentales o procesos locales que intensifican la productividad en el sector sur (**Fig. 10**).

La serie temporal de clorofila-a para marzo de 2026, en Mejillones. Las concentraciones fluctúan entre **1,02 y 4,50 µg Cl-a/L**, lo que indica niveles **moderados a bajos de biomasa fitoplanctónica**, significativamente inferiores a los observados en Arica para el mismo período (**Fig. 10**).

Transecto sur: presenta valores más elevados (**2,32; 4,50; 3,36 µg/L**), destacando un máximo en 3mn (**Fig. 10**).

Transecto norte: muestra concentraciones más bajas (**1,02 y 2,03 µg/L**), evidenciando menor productividad (**Fig. 10**). Esto, sugiere que el **sector sur es relativamente más productivo**, aunque sin alcanzar niveles altos.

Gradiente costa-océano, a diferencia de un patrón típico de surgencia, en el **transecto sur**, la clorofila aumenta desde la costa (2,32) hacia 3mn (4,50) y luego disminuye hacia 5mn (3,36), indicando un **máximo subsuperficial o zona intermedia de productividad**. En el **transecto norte**, se observa un leve aumento de 1mn (1,02) a 5mn (2,03), sugiriendo **mejores condiciones mar adentro que en la costa** (**Fig. 10**).

Los resultados sugieren: **Ausencia de una surgencia costera intensa en superficie**, o bien un desacople entre nutrientes y biomasa fitoplanctónica. Posible influencia de **aguas pobres en nutrientes o condiciones de mezcla desfavorables** en la zona costera, especialmente en el transecto norte. En el transecto sur, el máximo en 3mn podría reflejar una **zona de convergencia o retención**, donde se acumula fitoplancton. Además, estos patrones son coherentes con la presencia de bajas concentraciones de oxígeno superficial, lo que sugiere intrusión de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes, pero con limitada respuesta fitoplanctónica inmediata (**Fig. 10**).

Implicancias biológicas La baja a moderada clorofila indica una **oferta trófica limitada** para organismos planctónicos. Esto puede afectar la **supervivencia y crecimiento de larvas de anchoveta**, especialmente en el transecto norte. El sector sur (3mn) podría representar una **zona favorable relativa**, actuando como área de alimentación.

Estado ENSO y Condiciones Oceanográficas (marzo 2026)

Estado del ENOS a marzo 2026 El sistema venía desde una **fase La Niña débil durante el verano 2025–2026**. En marzo de 2026, las condiciones están **en transición**, con debilitamiento de las anomalías frías. Persistían anomalías frías en el Pacífico ecuatorial durante febrero, pero en **rápido debilitamiento.** La señal atmosférica y oceánica es consistente con una **transición hacia condiciones neutrales (ENSO-neutral)**

Diagnóstico NOAA (marzo 2026)

Transición de La Niña → ENSO-neutral inminente (marzo–abril 2026). Alta probabilidad de condiciones **neutrales entre marzo y julio 2026** (~55%) El Niño aún **NO está presente en marzo 2026. Proyección (NOAA y consenso internacional).** Probabilidad creciente de desarrollo de **El Niño en invierno austral 2026**: **~62% entre junio–agosto 2026**. Se espera que, de formarse, **persista hasta fines de 2026**

Visión regional (CIIFEN / organismos asociados)

El **CIIFEN**, que integra información de centros globales (NOAA, WMO, IRI), coincide en que: Marzo–mayo 2026: **Dominio de condiciones ENSO-neutral.** Baja probabilidad simultánea de La Niña (~débil o disipándose) El Niño (~incipiente, aún no establecido)

En marzo de 2026 el sistema ENOS se encuentra en una fase **transicional**, caracterizada por: **Debilitamiento de La Niña. Acoplamiento océano-atmósfera aún incompleto. Aumento progresivo de temperatura subsuperficial (precondición para El Niño).**

Esto implica: Alta incertidumbre típica de la **"barrera de predictibilidad de primavera"** Sistema climático **en reorganización**, no en fase madura.

A marzo de 2026: **No hay evento El Niño activo** El sistema está en **transición desde La Niña hacia ENSO-neutral.** Existe una **alta probabilidad de desarrollo de El Niño en el segundo semestre de 2026.**

Si se conecta las **condiciones ENOS de transición (La Niña débil → neutral en marzo 2026)** con los datos oceanográficos "in situ" en **Arica y Mejillones,** se evidencia esa fase intermedia del sistema.

Señal general esperada en fase de transición ENOS. Cuando el sistema pasa de **La Niña a neutral**, persisten aún **procesos fríos (surgencia activa),** pero comienza un **debilitamiento del forzante.** Se genera **alta variabilidad espacial** (no hay una respuesta homogénea), aparecen **desacoples** entre: nutrientes, fitoplancton, oxígeno, esto es lo que muestran los datos de Arica y Mejillones.

Relación con datos de ARICA: Oxígeno (5,5–6,3 ml O_2/L), valores **altos y homogéneos** Indican: Buena ventilación superficial, mezcla activa menor influencia de la ZMO en superficie remanente de La Niña**.**

Clorofila (2–10 µg/L), muy alta en el **transecto sur (hasta 10 µg/L).** Fuerte gradiente costa → océano, surgencia activa respuesta biológica **eficiente.** Sistema **bien acoplado (nutrientes → fitoplancton)**.

Arica: Sistema **altamente productivo,** condiciones tipo *"post-La Niña aún dominante"*

Relación con datos de MEJILLONES Oxígeno (2,7–3,8 ml O_2/L). Valores **bajos en superficie** especialmente en la costa (2,75 ml O_2/L), intrusión de aguas subsuperficiales pobres en oxígeno **(ZMO).** Surgencia, pero con señal distinta a lo observado en Arica.

Clorofila (1–4,5 µg/L). Moderada, a baja máximo en 3mn, no en la costa. **Desacople físico-biológico** hay nutrientes, pero fitoplancton no responde plenamente, posible limitación por luz / estabilidad / tiempo de residencia. **Patrón clave,** bajo oxígeno más baja clorofila típico de **fase de transición ENOS** o sistema en reorganización.

Mejillones: Sistema **menos productivo y más estresado,** fuerte influencia de **Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)** dinámica local (bahía, retención).

Comparación directa Arica vs Mejillones

Los datos muestran claramente u**n sistema en transición. Arica responde aún como La Niña, en cambio Mejillones muestra señales de debilitamiento y desacople.** Esto es clásico cuando, el forzante ecuatorial cambia. Pero la respuesta costera es **heterogénea**.

Implicancias para anchoveta. Arica alta clorofila, más oxígeno, condiciones favorables para larvas alta disponibilidad trófica.

Mejillones bajo oxígeno y baja clorofila condiciones menos favorables. Posible estrés fisiológico menor supervivencia larval.

En marzo de 2026, bajo un contexto ENOS de transición: El sistema costero del norte de Chile presenta una respuesta espacialmente diferenciada Arica mantiene condiciones tipo La Niña (productivo y bien acoplado). Mejillones refleja un sistema más afectado por la ZMO y desacoplado biológicamente.

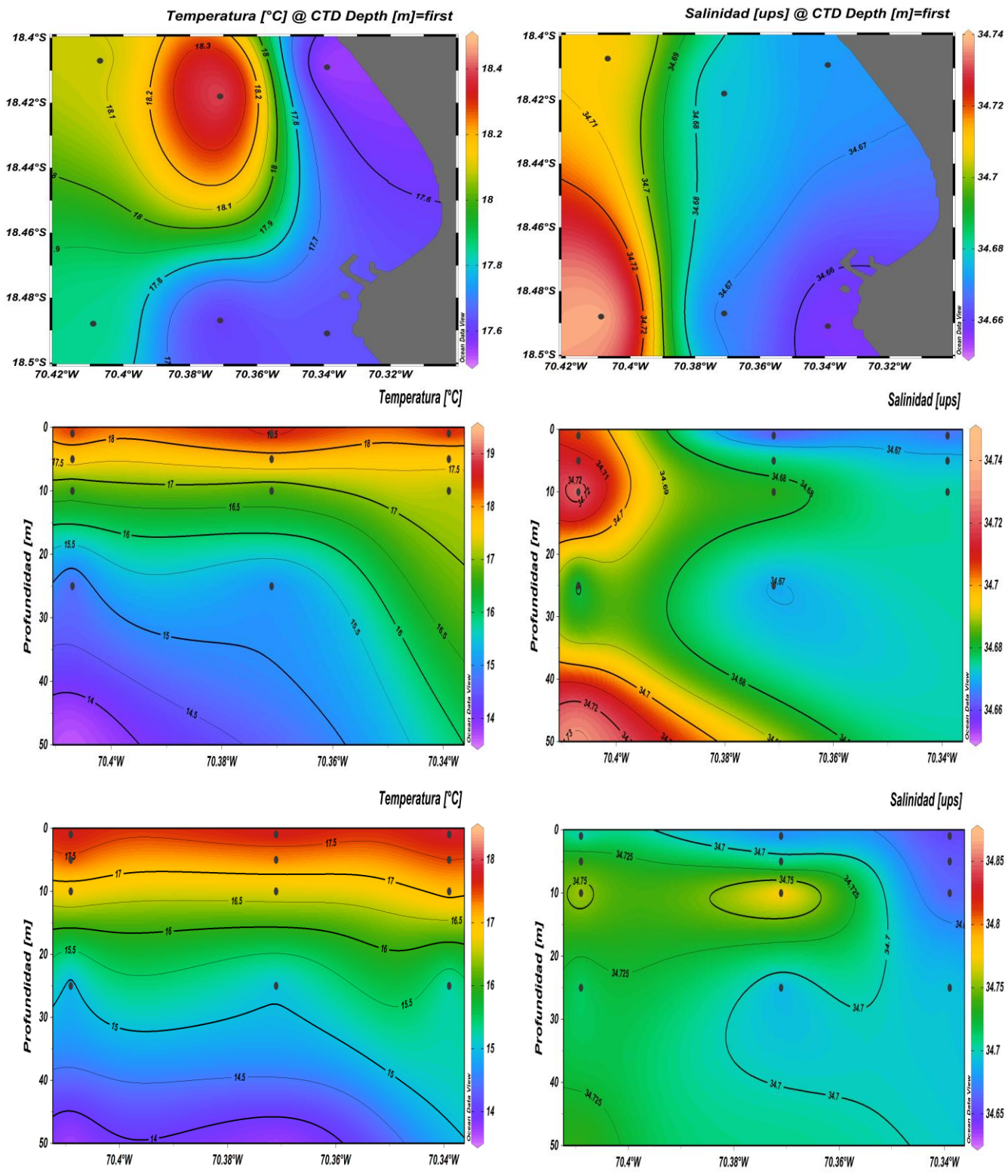


Figura 7. **Distribución superficial y vertical de temperatura (°C) (panel izquierdo transecto norte y sur) y salinidad ups (panel derecho norte y sur) en Arica durante marzo 2026.**

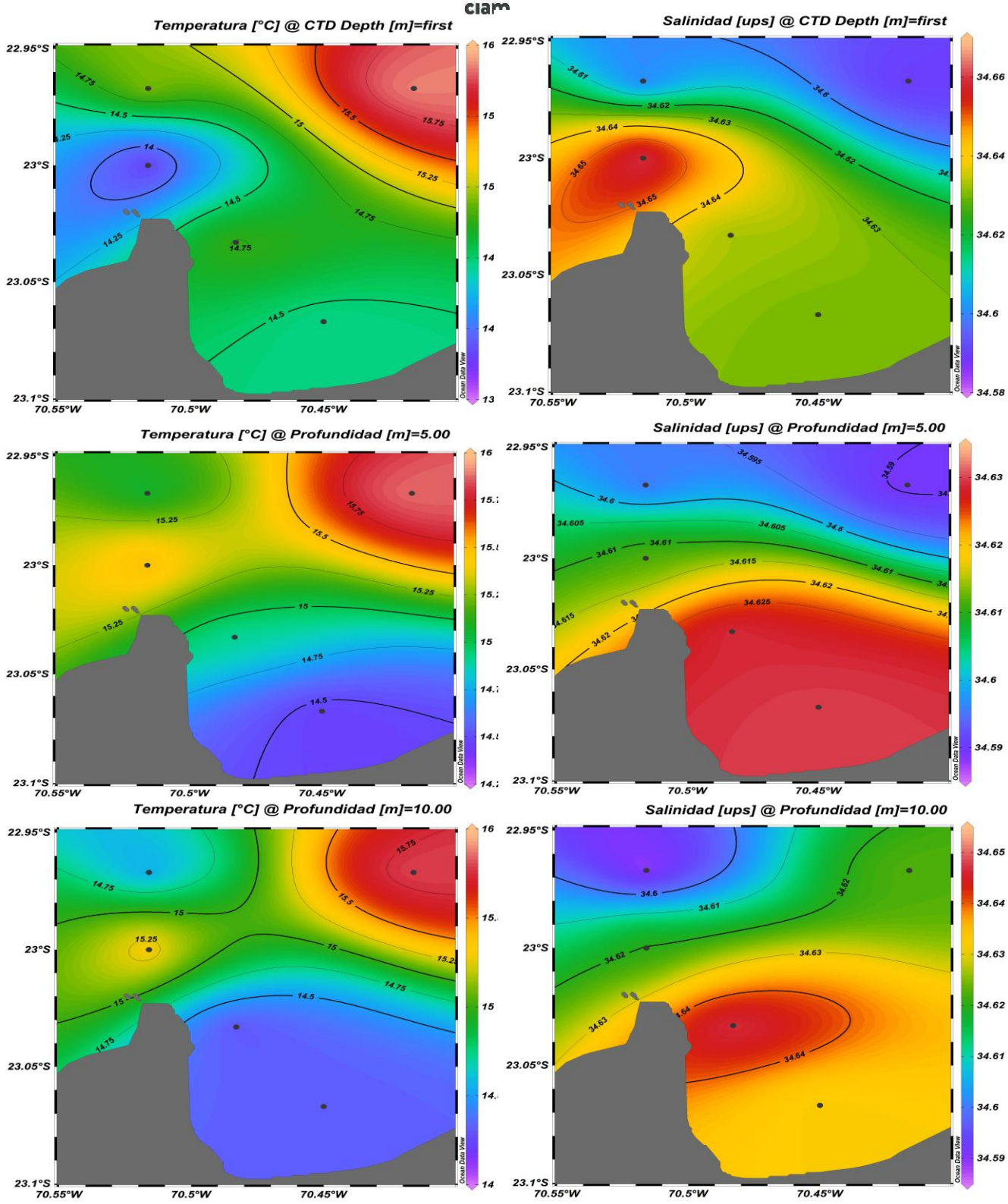


Figura 8. **Distribución de temperatura (°C) (panel izquierdo) y salinidad (ups) (panel derecho) a 0, 5 y 10 m de profundidad en Mejillones durante enero 2026**

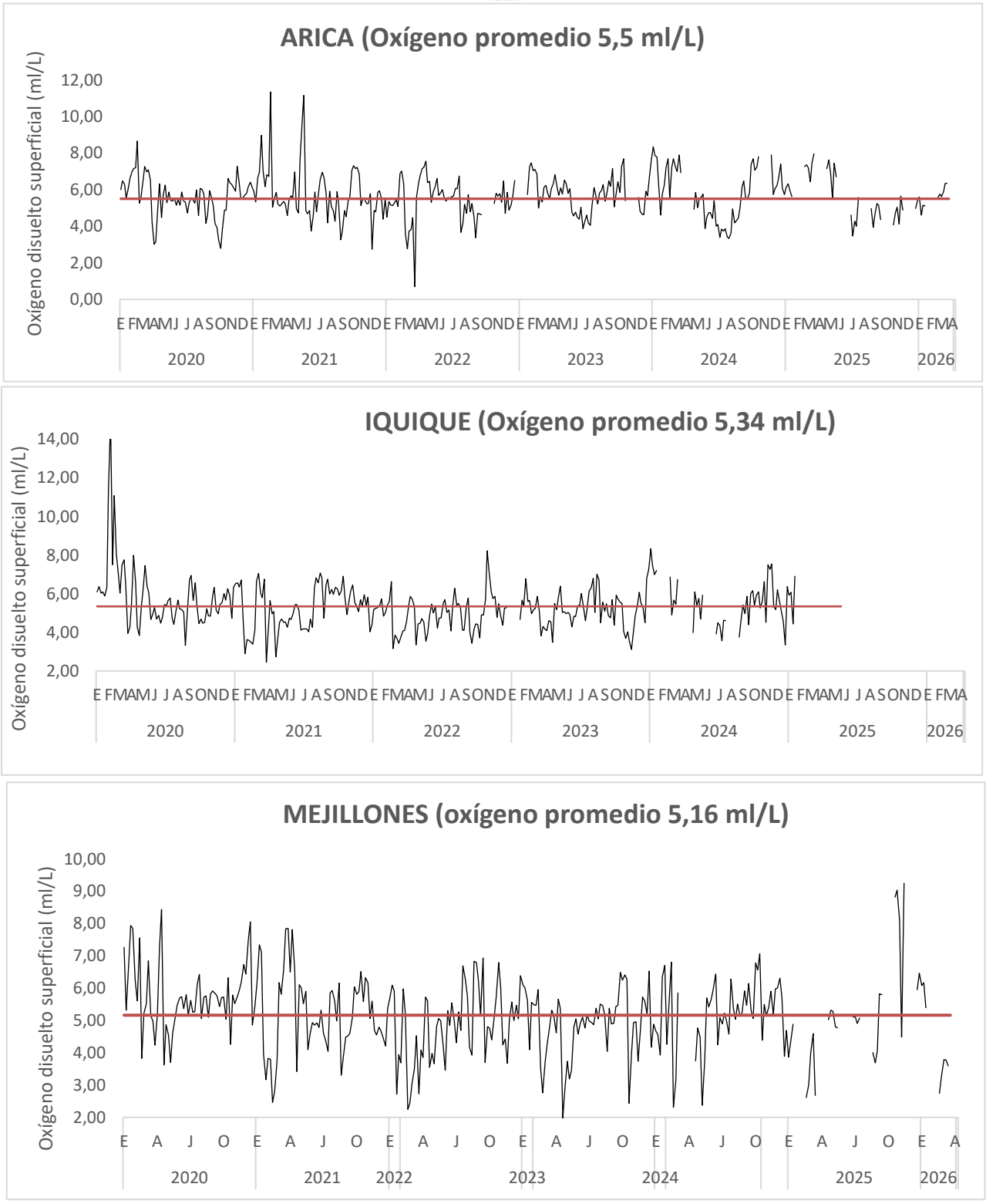


Figura 9. **Variabilidad mensual del contenido de oxígeno disuelto (ml/L) superficial en Arica, Iquique y Mejillones entre enero 2020 y marzo 2026. (línea roja promedio). Iquique sin información en marzo 2026.**

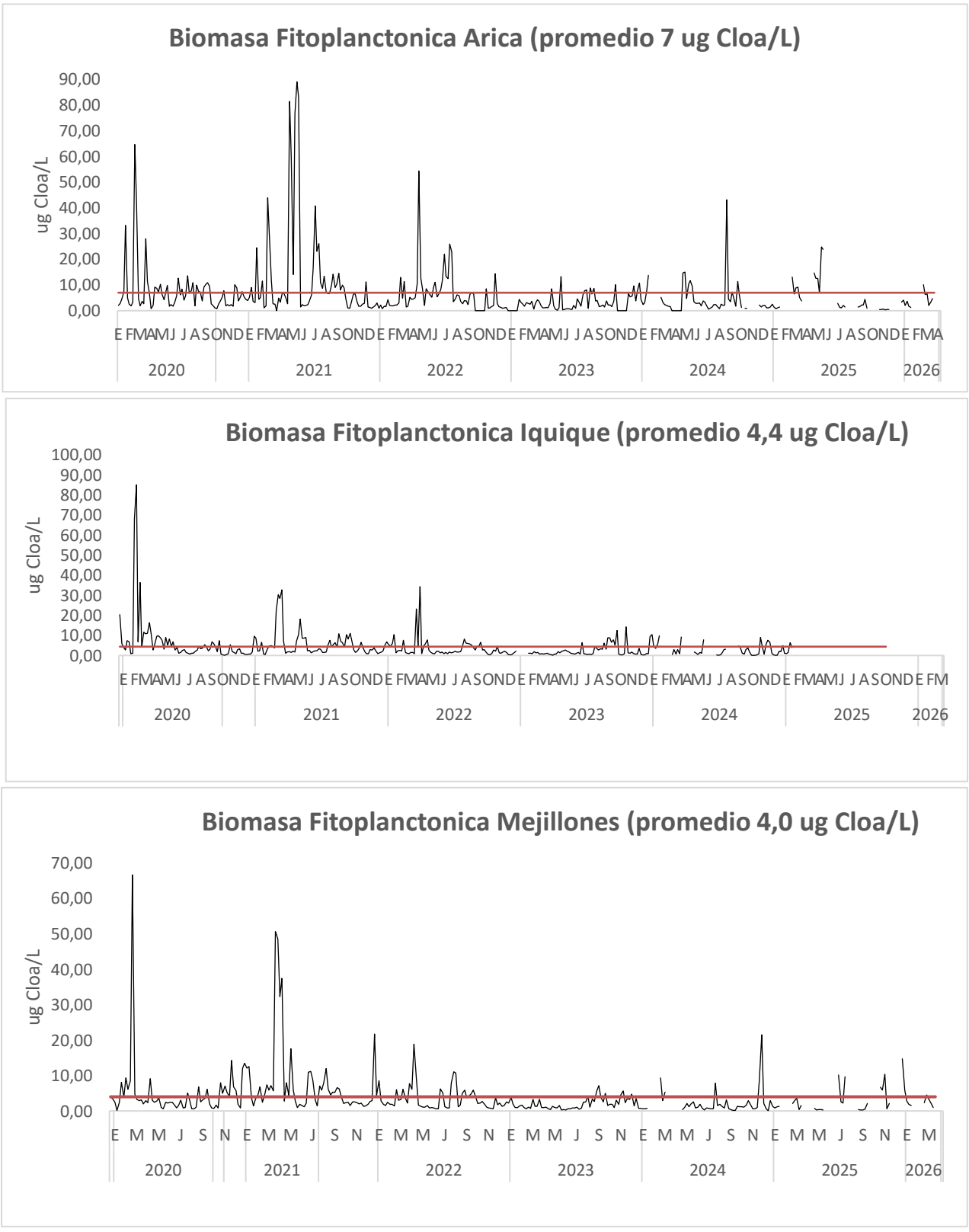


Figura 10. **Variabilidad mensual de la biomasa fitoplanctónica (µgCloa/L) en Arica, Iquique y Mejillones entre enero 2020 y marzo 2026. (línea roja promedio). Iquique sin información en marzo 2026.**

Tabla 2. **Estadígrafos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m^3) de la columna de agua frente a los puertos de Arica y Mejillones durante marzo 2026.**

Global	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	13,073	34,473	24,695
Máximo	19,063	34,869	26,314
Promedio	14,820	34,660	25,817
Desvest	1,454	0,048	0,375
Arica	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	13,534	34,646	24,695
Máximo	19,063	34,869	26,292
Promedio	15,567	34,691	25,670
Desvest	1,629	0,038	0,432
Iquique	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo			
Máximo			
Promedio			
Desvest			
Mejillones	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	13,073	34,473	25,405
Máximo	16,828	34,710	26,314
Promedio	14,146	34,631	25,949
Desvest	0,819	0,037	0,248

1.1 Arica

El conjunto de datos de oxígeno disuelto superficial (1 m) en Arica para marzo de 2026 muestra un patrón bastante claro de alta oxigenación y baja variabilidad espacial, con algunas diferencias entre transectos.

Los valores fluctúan entre 5,55 y 6,35 ml O_2/L, lo que indica, condiciones bien oxigenadas en la capa superficial. Valores cercanos o levemente superiores a promedios históricos típicos (~5–6 ml O_2/L en la zona norte de Chile). Esto sugiere una columna superficial estable y ventilada, probablemente asociada a intercambio aire-mar eficiente, posible influencia de mezcla superficial o surgencia moderada (**Fig. 11**).

El perfil vertical de oxígeno disuelto en la columna de agua (transecto norte, Arica – marzo 2026) muestra una estructura fuertemente estratificada, típica de zonas influenciadas por surgencia en el norte de Chile. Capa superficial (1–5 m) alta oxigenación, pero con variabilidad. Capa subsuperficial (10 m) descenso marcado valores 3,12 – 4,26 ml O_2/L. Una oxiclina bien definida (descenso rápido del oxígeno con la profundidad).

Reducción de ~40–50% respecto a superficie. Esto indica, limitación en la ventilación vertical inicio de influencia de aguas más pobres en oxígeno. Capa intermedia (25 m), condiciones hipóxicas valores: ~0,96 – 0,98 ml O_2/L, se entra claramente en un rango de hipoxia (<2 ml O_2/L). Esto refleja la presencia de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), característica del sistema de la Corriente de Humboldt. Capa profunda (50 m): condiciones subóxicas extremas, valor: 0,44 ml O_2/L, condiciones cercanas a anoxia funcional. Ambiente altamente restrictivo para la mayoría de organismos aeróbicos (**Fig. 12**).

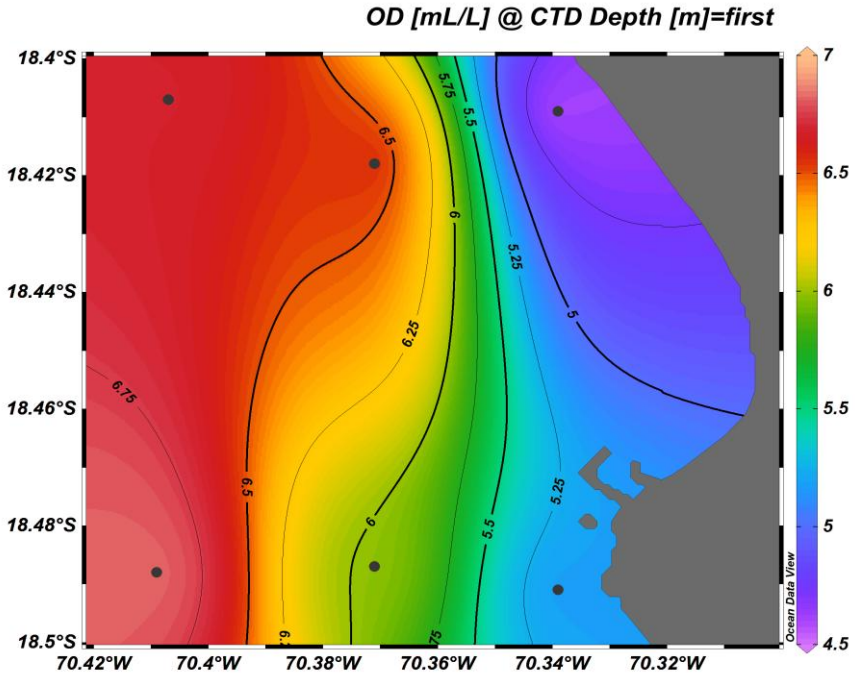


Figura 11. Distribución superficial de oxígeno disuelto (ml/L) en Arica durante marzo 2026.

Tabla 3. **Estadígrafos de la concentración de clorofila a (µg/L) y contenido de oxígeno disuelto (ml/L) de la columna de agua frente a los puertos de Arica y Mejillones, marzo 2026.**

Global	Cloa (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,21	0,26
Máximo	17,46	6,84
Promedio	4,40	3,08
Desvest	4,49	2,05
Arica		
Mínimo	0,30	0,29
Máximo	17,46	6,84
Promedio	6,32	3,90
Desvest	5,34	2,25
Iquique		
Mínimo		
Máximo		
Promedio		
Desvest		
Mejillones		
Mínimo	0,21	0,26
Máximo	5,11	4,00
Promedio	2,28	2,20
Desvest	1,87	1,34

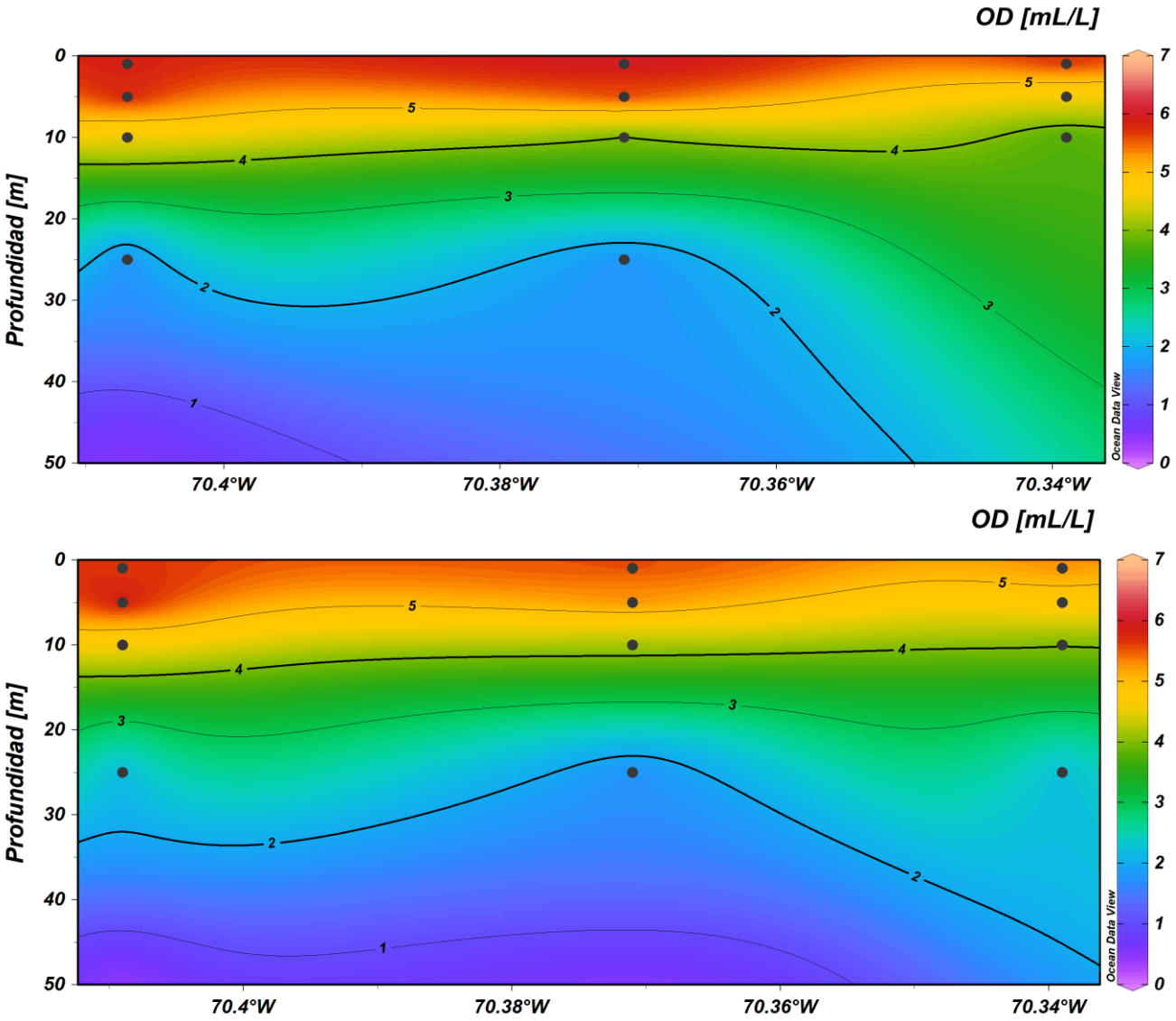


Figura 12. **Secciones verticales de oxígeno disuelto (ml/L) en Arica durante marzo 2026. A: transecto norte, B: transecto sur.**

El transecto sur, el perfil de oxígeno disuelto en la columna de agua en marzo 2026 confirma un sistema estratificado, pero con algunas diferencias relevantes respecto al transecto norte. Capa superficial (1–5 m): alta oxigenación y mayor homogeneidad 1 m: 5,55 – 5,76 ml O_2/L 5 m: 5,16 – 6,84 ml O_2/L. Condiciones muy favorables, con influencia de fotosíntesis activa, buena mezcla superficial menor evidencia de intrusión de aguas pobres en oxígeno en superficie.

Capa subsuperficial (10 m): descenso moderado, valores: 3,88 – 4,45 ml O_2/L comparado con el transecto norte la disminución es menos abrupta. Se mantiene un nivel relativamente más alto de oxígeno. Oxiclina más profunda o menos intensa. Mayor, ventilación vertical relativa.

Capa intermedia (25 m): transición a hipoxia, valores: 0,85 – 1,64 ml O_2/L presencia clara de condiciones hipóxicas. Mayor variabilidad que en el transecto norte, más oxígeno en 1 y 5mn. Mínimo en 3mn (0,85 ml O_2/L). Indica una estructura menos uniforme, posible influencia de procesos

locales (mezcla/advección). Capa profunda (50 m): condiciones subóxicas, valores: 0,29 – 0,42 ml O_2/L. Núcleo bien definido de la **Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)** (**Fig. 12**).

El patrón de clorofila-a superficial (1 m) en Arica – marzo 2026, muestra un contraste espacial muy claro entre transectos, lo que permite inferir procesos oceanográficos y biológicos relevante. Nivel general de productividad, rango total: 2,06 – 10,07 µg Cl-a/L. Estos valores indican, productividad moderada a alta, con focos claramente eutróficos (>10 µg/L). Se trata de un sistema altamente productivo, típico de zonas de surgencia costera del norte de Chile. El transecto sur presenta más del doble de clorofila-a que el norte. Destacando, un escenario productivo dominado por el transecto sur, con un claro núcleo costero de alta clorofila-a asociado a surgencia. Esta configuración genera condiciones altamente favorables para la base de la cadena trófica, con implicancias directas en la distribución y éxito temprano de especies como la anchoveta. (**Fig. 13**).

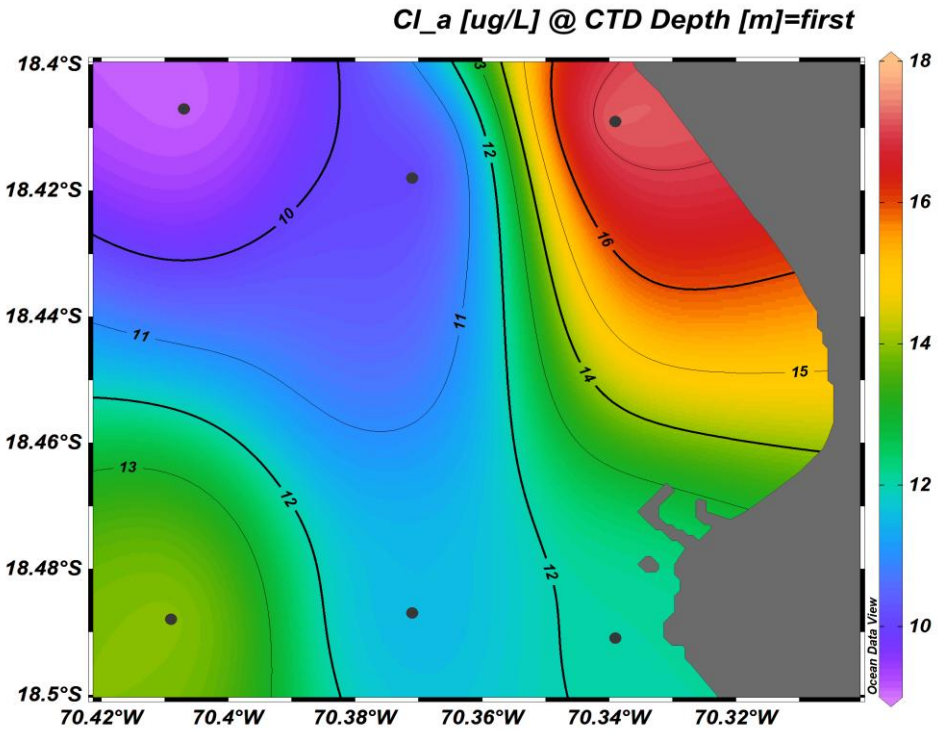


Figura 13. Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Arica durante marzo 2026

En el transecto norte en la columna de agua, muestra el perfil de clorofila-a una estructura aún más contrastante que en el transecto sur, destacando un máximo subsuperficial extremadamente intenso y somero. Capa superficial (1 m), baja productividad relativa valores: 2,06 – 4,82 µg/L. Posible agotamiento de nutrientes superficiales por consumo biológico.

Mayor estabilidad de la capa superficial (menor mezcla reciente). Máximo subsuperficial (5 m): núcleo productivo extremo valores: 9,09 – 17,46 µg/L máximo en 1mn (17,46 µg/L). Fuerte desacople superficie–subsuperficie. Zona óptima donde coinciden, luz suficiente alta disponibilidad de nutrientes (probablemente desde surgencia reciente) Capa de 10 m: alta variabilidad, valores: 2,01 – 8,57 µg/L. Esto indica, estructura más parcheada (heterogénea). Posibles células o parches

de fitoplancton asociados a dinámica local. Capa profunda (25–50 m): colapso productivo, condiciones muy baja biomasa fitoplanctónica. Dominadas por, baja luz influencia de la **Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)** (**Fig. 14**).

El transecto sur, el perfil vertical de clorofila-a en la columna de agua revela una estructura altamente productiva pero fuertemente estratificada, con un máximo subsuperficial muy bien definido.

Capa superficial (1 m): productividad moderada–alta, valores: 6,40 – 10,07 µg/L mayor concentración en 1mn (10,07 µg/L). Alta biomasa fitoplanctónica superficial. Influencia directa de surgencia costera y aporte de nutrientes. Máximo subsuperficial (5–10 m): núcleo de producción. Este es el rasgo más importante del perfil, máximo absoluto en 3mn a 10 m (16,22 µg/L). Zona donde se optimiza, luz suficiente (aunque menor que en superficie), mayor disponibilidad de nutrientes (desde capas inferiores).

Capa inferior (25 m): colapso de la biomasa, valores: 0,30 – 0,64 µg/L. Indica fuerte disminución de fitoplancton, coincide con baja penetración de luz. Presencia de la **oxiclina/ZMO**.

Capa profunda (50 m): leve señal residual, valores: ~1,10 – 1,19 µg/L. Presencia, de material particulado en descenso. Fitoplancton adaptado a baja luz. Señal de detritos más que producción activa. (**Fig. 14**).

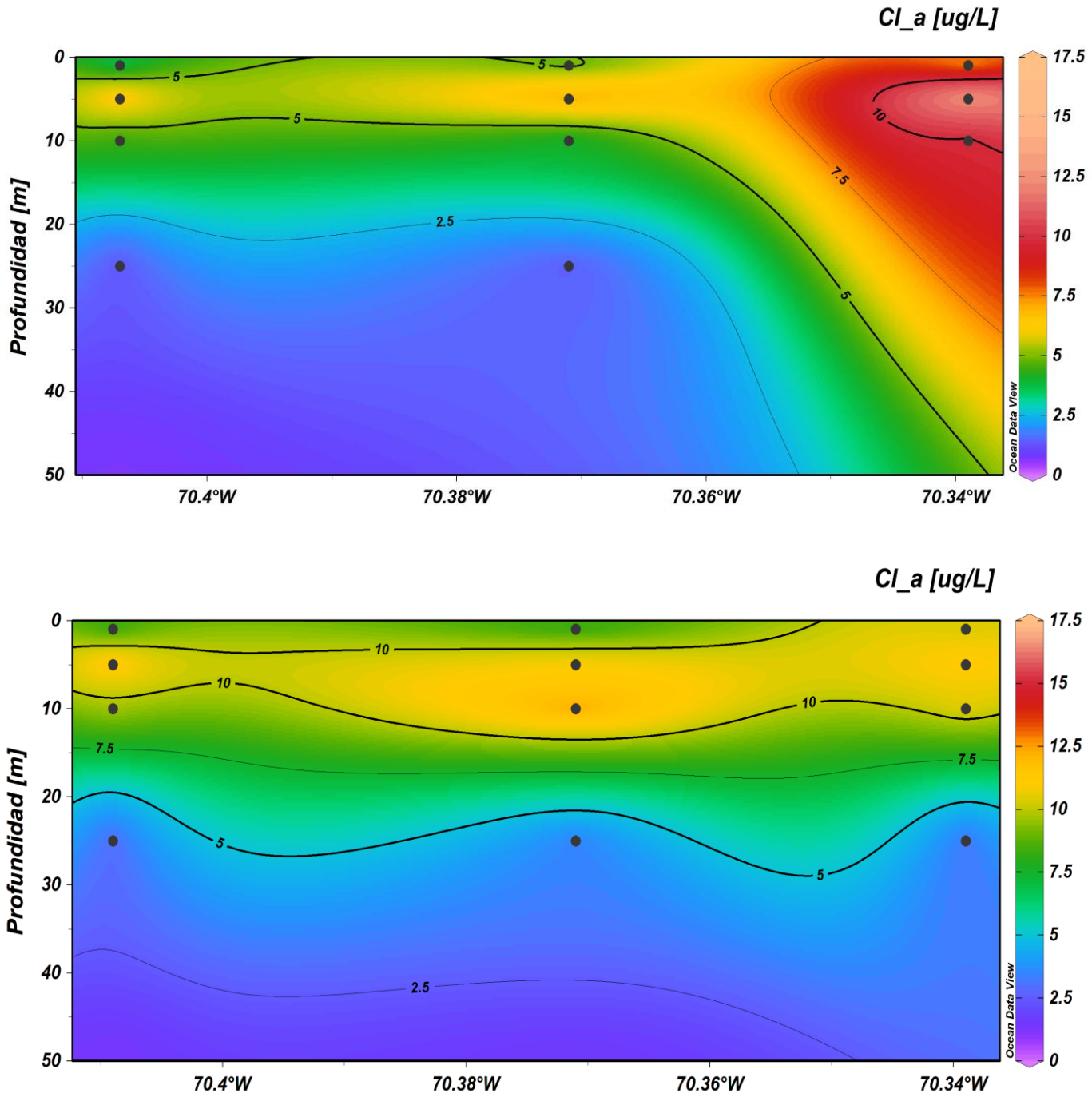


Figura 14. **Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Arica durante marzo 2026. A: transecto norte, B: transecto sur.**

1.2 Mejillones

El análisis de los valores de oxígeno disuelto superficial (1 m) en Mejillones durante marzo de 2026 evidencia un patrón espacial relativamente homogéneo, pero con diferencias graduales entre estaciones costeras y más alejadas.

En el **transecto sur**, se observa un incremento progresivo del oxígeno desde la costa hacia mar abierto:1mn: 2,75 ml O_2/L; 3mn: 3,28 ml O_2/L; 5mn: 3,79 ml O_2/L. Este gradiente sugiere condiciones más **empobrecidas en oxígeno cerca de la costa**, probablemente asociadas a procesos de surgencia costera que elevan aguas subsuperficiales con menor contenido de oxígeno. A medida que aumenta la distancia (3 y 5mn), la mezcla con aguas superficiales más oxigenadas genera un leve incremento en las concentraciones.

En el **transecto norte**, los valores son ligeramente más altos y más homogéneos:1mn: 3,59 ml O_2/L; 5mn: 3,78 ml O_2/L. Aquí no se observa un gradiente tan marcado como en el transecto sur, lo que indica una **mayor estabilidad de la masa de agua superficial** o una menor influencia directa de surgencia intensa en ese sector (**Tabla 4 y Fig. 15, panel izquierdo**).

En el estrato de 5 metros de profundidad frente a Mejillones, el análisis del oxígeno disuelto durante marzo de 2026 muestra una estructura vertical y horizontal coherente con la dinámica de surgencia del sistema: **Transecto sur**1mn: **2,06 ml O_2/L;** 3mn: **3,04 ml O_2/L;** 5mn: **3,57 ml O_2/L.**

Se observa un gradiente positivo costa-océano, más marcado que en superficie. El valor muy bajo en 1mn indica la presencia de aguas subsuperficiales pobres en oxígeno que alcanzan niveles someros, lo que es consistente con una **intrusión intensa de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)** en el sector costero. La recuperación progresiva hacia 5mn sugiere mezcla con aguas más oxigenadas. **Transecto norte** 1mn: **4,00 ml O_2/L;** 5mn: **3,96 ml O_2/L.** En contraste, el transecto norte presenta valores **más altos y homogéneos**, sin un gradiente claro. Esto indica: Menor influencia directa de surgencia intensa, mayor estabilidad de la masa de agua, posible ventilación más eficiente o menor aporte de aguas hipóxicas. (**Tabla 4 y Fig. 15, panel izquierdo).**

En el estrato de 10 metros, partir de los valores de oxígeno disuelto a 10 m de profundidad en Mejillones (marzo 2026), se observa un patrón claro de variabilidad espacial entre transectos y distancia a la costa: **Transecto sur:** 1mn: **1,65 ml O_2/L;** 3mn: **1,43 ml O_2/L;** 5mn: **2,47 ml O_2/L.** Los valores registrados en el transecto sur indican condiciones **hipóxicas** (<2 ml O_2/L), lo que sugiere: Influencia directa de la **Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)**. Probable **intrusión de aguas subsuperficiales pobres en oxígeno** hacia niveles relativamente someros (10 m). Baja ventilación de la columna de agua en este sector. El leve aumento a **5mn (2,47 ml O_2/L)** sugiere cierta **mezcla o ventilación offshore**, aunque aún dentro de condiciones restringidas.

Transecto norte: 1mn: **3,07 ml O_2/L;** 5mn: **3,84 ml O_2/L. Mayor oxigenación en el transecto norte.** En contraste, el transecto norte presenta valores significativamente mayores, lo que corresponde a condiciones de **oxigenación moderada**. Esto indica: Mayor influencia de **procesos de mezcla vertical o advección de aguas más oxigenadas**. Posible menor impacto de la ZMO en este sector. Mejor intercambio con aguas superficiales o influencia de surgencia más ventilada. **(Tabla 4 y Fig. 15, panel izquierdo).**

Las concentraciones de clorofila-a registradas durante marzo 2026, superficial en Mejillones evidencia una **estructura espacial altamente heterogénea**, caracterizada por: Un **núcleo de alta productividad en el transecto sur**, asociado a procesos de surgencia y retención.

Un **transecto norte menos productivo**, probablemente influenciado por mayor mezcla o menor fertilización.

Una **relación inversa con el oxígeno subsuperficial**, donde las zonas más productivas presentan condiciones hipóxicas a baja profundidad. En conjunto, estos resultados reflejan un sistema típico de borde oriental altamente productivo, pero con **fuertes limitaciones por oxígeno**, lo que tiene implicancias directas sobre la estructura y distribución del ecosistema pelágico. **(Tabla 3; Tabla 4; Fig. 15, panel derecho).**

En marzo 2026, la clorofila-a a 5 m en Mejillones evidencia: Un sistema con **alta productividad subsuperficial**, caracterizado por un **máximo de clorofila bien definido**. Un **gradiente costa–océano en el transecto sur**, con acumulación de biomasa hacia zonas más oceánicas. Una **alta heterogeneidad en el transecto norte**, asociada a la interacción de masas de agua. Un fuerte acoplamiento con la dinámica del oxígeno, donde las zonas más productivas presentan **condiciones hipóxicas en profundidad**.

En conjunto, el sistema refleja un **ambiente típico de surgencia altamente productivo pero limitado por oxígeno**, con importantes implicancias para la estructura del ecosistema pelágico. (**Tabla 4 y Fig. 15, panel derecho**).

En el estrato de 10 metros de profundidad, en marzo 2026, la clorofila-a en Mejillones muestra: Un sistema con **alta productividad subsuperficial**, evidenciando un **máximo de clorofila bien definido**. Una **estructura espacial heterogénea**, con: Máximos offshore en el transecto sur. Máximo costero en el transecto norte. Un fuerte acoplamiento con la dinámica del oxígeno, donde las zonas más productivas presentan **condiciones hipóxicas a la misma profundidad (10 m)**.

En conjunto, el sistema refleja un ecosistema de surgencia altamente productivo, pero con **limitaciones fisiológicas impuestas por la baja disponibilidad de oxígeno**, lo que regula la distribución y abundancia de los organismos. (**Tabla 4 y Fig. 15, panel derecho**).

Tabla 4. **Valores de biomasa fitoplanctónica (Cloa) (µg Clo-a/L) y oxígeno disuelto (O_2 mL/L) registrados en Mejillones durante marzo 2026.**

N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	O_2(mL/L)
13	0	2,32	2,75
	5	3,78	2,06
	10	3,56	1,65
	25	1,59	0,88
	50		
14	0	4,50	3,28
	5	3,81	3,04
	10	2,74	1,43
	25	0,62	0,59
	50	0,23	0,40
15	0	3,36	3,79
	5	4,63	3,57
	10	4,19	2,47
	25	2,05	1,23
	50	0,51	0,51
16	0	2,13	3,78
	5	0,57	3,96
	10	0,98	3,84
	25	0,90	1,88
	50	0,21	0,38
17	0	1,02	3,59
	5	4,17	4,00
	10	5,11	3,07
	25	1,10	0,45
	50	0,65	0,26

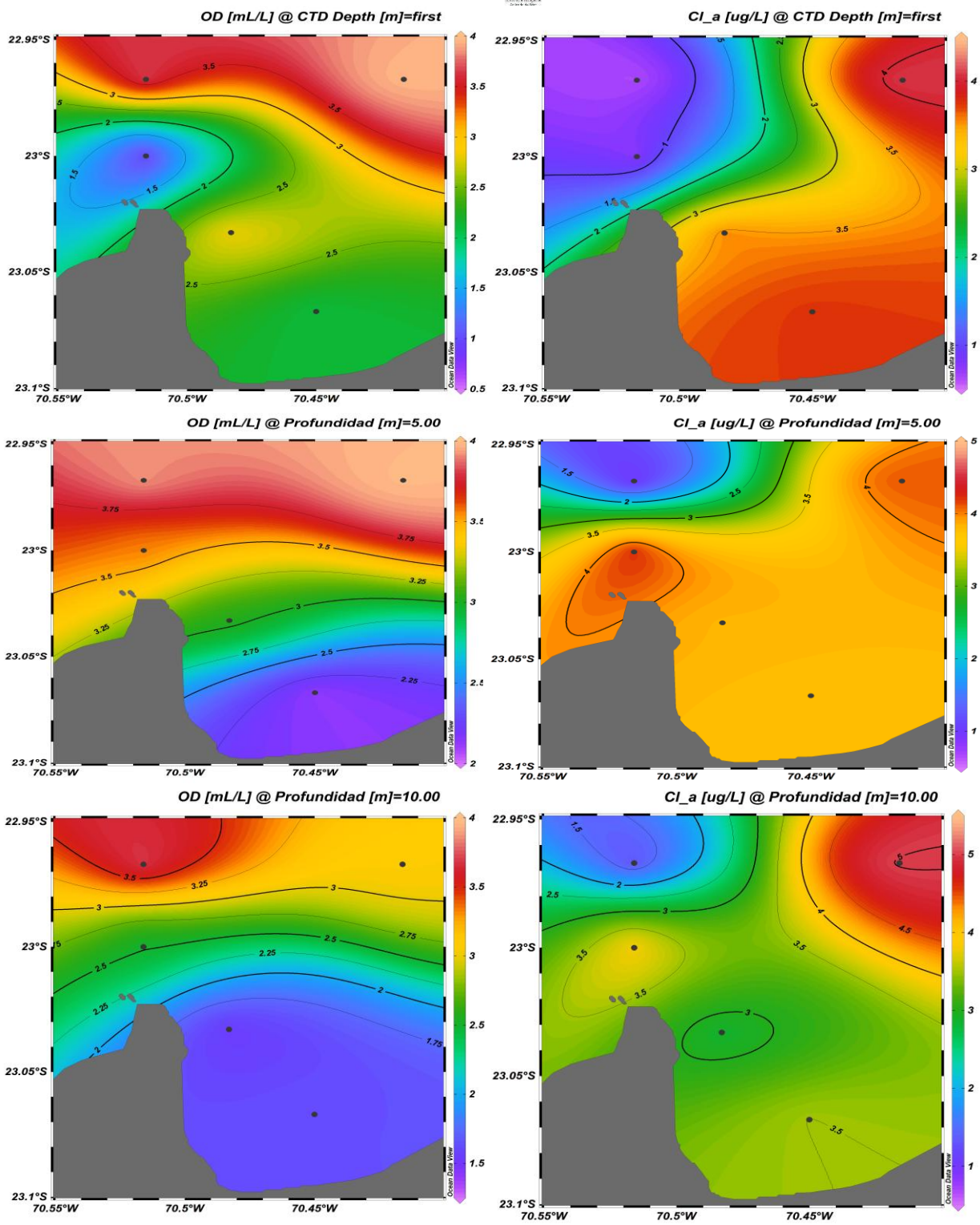


Figura 15. **Distribución del oxígeno disuelto (mL/L) (panel izquierdo) y de la biomasa fitoplanctónica (µg Clo-a/L) (panel derecho) en Mejillones a 0, 5 y 10 m de profundidad, marzo 2026.**

2. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento y análisis de las 11 muestras de zooplancton colectadas durante marzo de 2026, frente a los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, permitió cuantificar la presencia de 55.830 huevos y 16.962 larvas de peces. Esto representa un decremento del 5,5% y un incremento del 112%, respectivamente, en comparación con los resultados obtenidos en enero de 2026 para las mismas fases de desarrollo. Del total de individuos cuantificados, el 88% de los huevos y el 92% de las larvas correspondieron a las especies objetivo del estudio. Cabe destacar que, la colecta de huevos de sardina española se registró en el puerto de Arica y Mejillones (**Tabla 5**).

La fase de huevos totales presentó densidades que oscilaron entre 760 y 12.923 huevos por 10 m². La media de huevos por estación positiva fue de 5.057 (DS=3.872,79), lo que representa un decremento del 12% en comparación con la cifra obtenida en enero de 2026. Esta fase de desarrollo abarcó una cobertura máxima tanto latitudinal como longitudinal. En cuanto a la distribución de huevos, la zona de Arica contribuyó con el 49% del total, mientras que Mejillones aportó el 51% (**Tabla 5**).

Las fases larvarias totales se registraron en 11 estaciones positivas, con una abundancia total de 16.962 larvas/10 m², lo que representa un incremento del 112% en comparación con enero de 2026. Este estadio de desarrollo mostró densidades que oscilaron entre 0 y 4.108 larvas/10 m², con una densidad promedio de 1.696 larvas por estación positiva. En cuanto a la distribución de larvas, la zona de Arica contribuyó con el 47% del total, mientras que Mejillones aportó el 53% (**Tabla 5**)

2.1 Anchoveta, *Engraulis ringens*

Para esta especie, se identificaron 11 estaciones positivas tanto para huevos y para larvas de anchoveta, en las cuales se recolectaron 49.049 huevos y 15.623 larvas, cifras referidas a un área superficial de 10 m². Esto representó una frecuencia porcentual del 100% para ambos estadios de desarrollo, respectivamente, reflejando actividad reproductiva en la zona explorada (**Tabla 5**).

La serie de densidad promedio Est (+) presenta variaciones interanuales notables, con años de alta intensidad reproductiva, como 2024, y otros con actividad más moderada, como 2022 y 2023. El patrón estacional no es completamente uniforme. En 2022 y 2023, la mayor actividad de desove se concentró durante la primavera y el verano austral (septiembre–diciembre), mientras que en 2024 (post El Niño) el máximo histórico se registró en otoño (mayo–junio), evidenciando un desplazamiento en la temporalidad reproductiva.

La información disponible para 2025 muestra una tendencia hacia niveles intermedios de densidad, con un máximo en enero (18.061 huevos/m²), seguido de un descenso progresivo hasta mayo (1.691 huevos/m²). Posteriormente, se observa una leve recuperación en julio (4.207 huevos/m²), septiembre (3.934 huevos/m²) y noviembre (5.863 huevos/m²). Este comportamiento podría reflejar una fase de ajuste posterior al máximo productivo, con la población manteniendo niveles de desove moderados, posiblemente en respuesta a condiciones térmicas inestables y a menores pulsos de surgencia.

En este contexto, 2025 muestra un patrón reproductivo moderado, con un pulso estival bien definido, mientras que marzo de 2026 evidencia un proceso débil del ciclo reproductivo.

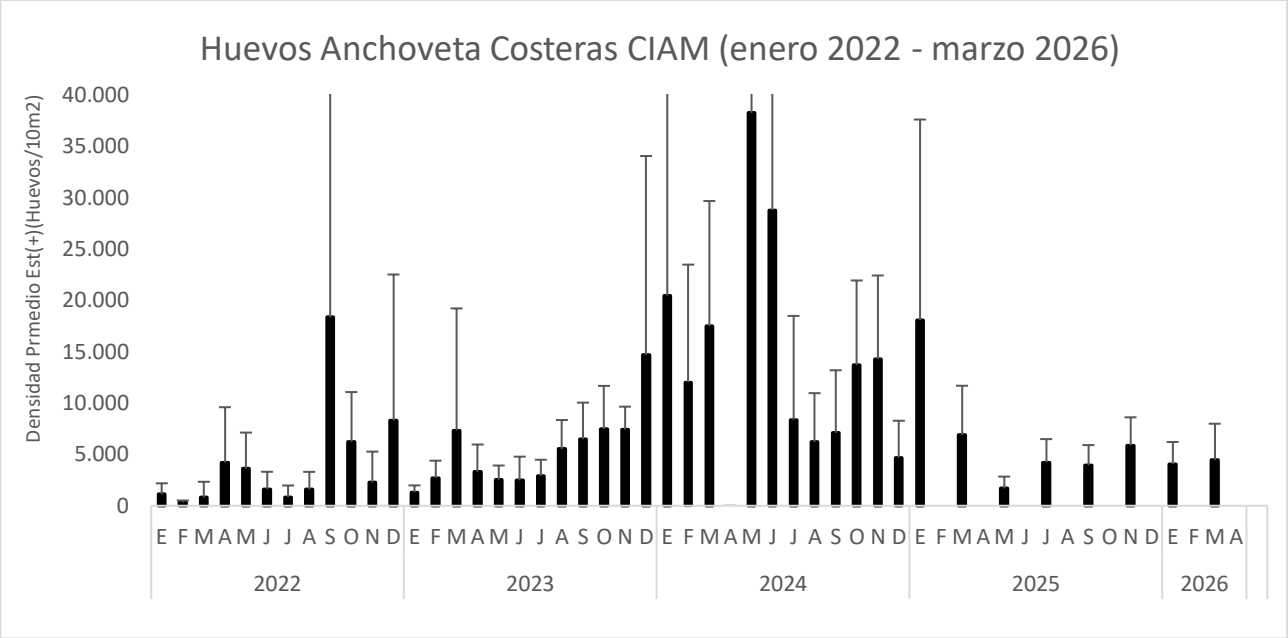
Continuidad de niveles bajos, enero 2026: 4.043 y marzo: 4.459. Muy por debajo de 2024 y 2023. Sugiere: **fase de baja actividad reproductiva** posible inicio de ciclo desfavorable o recuperación lenta **(Fig. 16).**

La serie de densidad de Est (+) de larvas, entre 2022 y 2025, evidencia una alta variabilidad mensual e interanual en la densidad promedio de larvas de anchoveta, reflejando fluctuaciones tanto en el éxito reproductivo como en las condiciones ambientales que determinan la supervivencia temprana de los estadios larvales.

Los datos de larvas de anchoveta, durante 2025, muestran un proceso moderado con una tendencia descendente hacia el invierno y la primavera, con valores moderados que oscilaron entre 403 y 409 larvas/m², alcanzando un mínimo en septiembre (340 larvas/m²) y registrando posteriormente un incremento en noviembre (717 larvas/m²).

Este patrón podría estar asociado a una reducción en el aporte de nutrientes o a condiciones térmicas inestables, las cuales tienden a disminuir la productividad primaria y afectar la supervivencia larval. En conjunto, los valores sugieren un ajuste de la población tras la elevada actividad reproductiva registrada en 2024 **(Fig. 16).**

En la tendencia reciente (2024–2026) se observa un año fuerte (2024), seguido de una fase de moderación (2025) y un inicio de 2026 con intensidad intermedia. La densidad promedio de estaciones positivas de larvas de anchoveta en la Zona Norte muestra una marcada variabilidad interanual, con predominio reciente de máximos primaverales durante 2023–2024 y una disminución en 2025. Enero de 2026 presenta una intensidad intermedia, sin señales de alta actividad reproductiva. En marzo 2026 **1.562 larvas (máximo de toda la serie).** Señales de posible evento puntual favorable aún no define tendencia anual **(Fig. 16).**



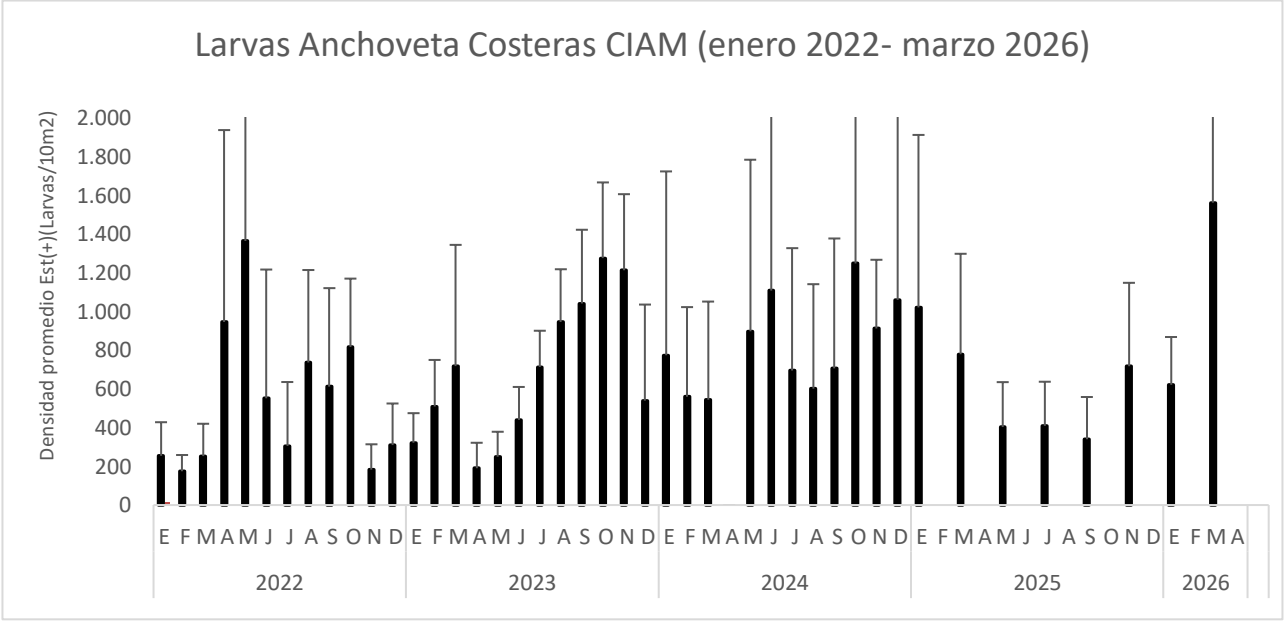
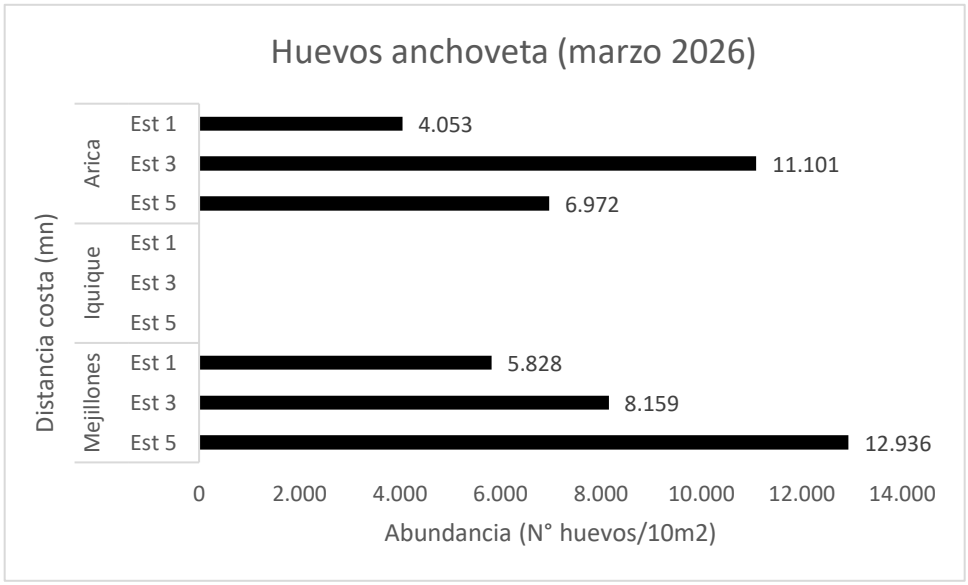


Figura 16. **Variabilidad temporal de la densidad promedio Est(+) de huevos y larvas de anchoveta, zona norte. Enero 2022 – marzo 2026.**



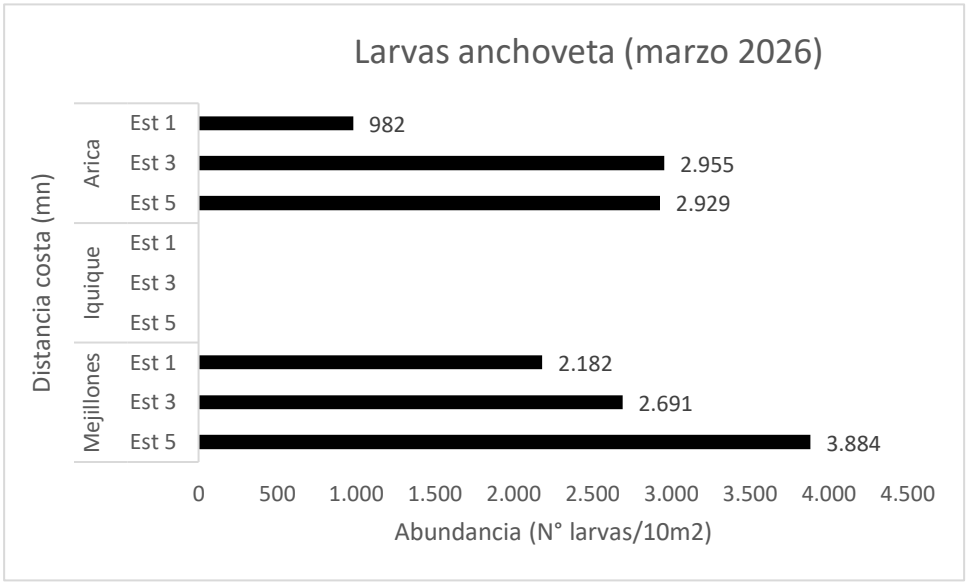


Figura 17. **Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, con respecto a la distancia de la costa (mn), para los puertos de Arica y Mejillones marzo 2026. Iquique sin información marzo 2026.**

Tabla 5. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces para los puertos de Arica y Mejillones, marzo 2026.

Estadígrafos Huevos	Anchoveta	Sardina	Otros Huevos	Total, Huevos
N° Total Estaciones	11	11	11	11
N° Estaciones positivas	11	5	10	11
% Est (+)	100,00	45,50	90,90	100,00
Abundancia (H/10m^2)	49.049	516	6.265	55.830
Densidad Mínima Est (+)	760	0	0	760
Densidad Máxima Est (+)	12.176	149	1.943	12.923
Std.Dev Est (+)	3526,86	55,79	544,54	3872,79
Media Est. Positivas	4.459	103	627	5.057
Media Est. Totales	4.459	47	570	5.057
Mediana	3.234	0	434	3.907
Constancia	100,00	45,50	90,90	100,00
Dominancia numérica	87,85	0,92	11,22	100,00
CV+(%)	0,79	0,54	0,87	0,77

Estadígrafos Larvas	Anchoveta	Sardina	Otros Larvas	Total, Larvas
N°Total Estaciones	11	11	11	11
N° Estaciones positivas	10	1	6	11
% Est (+)	90,90	9,09	54,54	100,00
Abundancia (L/10m^2)	15.623	75	1.264	16.962
Densidad Mínima Est (+)	0	0	0	0
Densidad Máxima Est (+)	3.884	75	549	4.108
Std.Dev Est (+)	1132,01	21,56	158,87	1214,56
Media Est. Positivas	1.562	75	211	1.696
Media Est. Totales	1.420	7	115	1.542
Mediana	1.228	0	69	1.395
Constancia	90,90	9,09	54,54	100,00
Dominancia numérica	92,11	0,44	7,45	100,00
CV+(%)	0,72	0,29	0,75	0,72

Las áreas de mayor abundancia de huevos por 10 m² se ubicaron a 3 y 5 millas náuticas frente a Mejillones, representando el 45% de los huevos. En Arica, la mayor presencia de huevos se registró a 3 y 5mn, aportando 55% de huevos. (**Fig. 17**).

Las larvas de anchoveta muestran una tendencia similar, las que se localizaron a 3 y 5 millas náuticas frente a Arica, representando el 44% de las larvas. En Mejillones, las mayores abundancias en 1 y 5mn, aportando el 56% de las larvas (**Fig. 17).**

El análisis de los datos CIAM para la serie de marzo 2016 a marzo 2026, correspondiente a la abundancia de huevos en Arica, la serie presenta una **variabilidad interanual extrema**, característica de especies pelágicas pequeñas como la anchoveta, fuertemente controladas por la variabilidad ambiental del sistema de surgencia del norte de Chile.

Al clasificar los **marzos** según su intensidad, se identifican tres fases bien marcadas:

Fase 1: Baja a moderada productividad (2016–2017). Valores bajos Indican, actividad reproductiva limitada, condiciones ambientales poco favorables o en transición.

Fase 2: Alta variabilidad con eventos extremos (2018–2020), máximos altos: 2018: 67.351; 2020: 56.951. **Año intermedio bajo:** 2019: 4.344 sistema altamente inestable con alternancia entre condiciones favorables (alta productividad) y condiciones restrictivas.

Fase 3: Baja y posterior explosión reproductiva (2021–2024). Mínimos históricos: 2021: 1.226; 2022: 2.122. **Máximos históricos:** 2023: 114.592; 2024: **157.823 (máximo de toda la serie) recuperación explosiva del sistema** buenas condiciones: alta productividad, buena retención costera acoplamiento físico-biológico eficiente.

Fase 4: Descenso post-máximo (2025–2026), 2025: 62.858; 2026: 22.126. Disminución significativa tras el máximo de 2024. Posibles causas: relajación de condiciones favorables efecto denso-dependiente (post alta reproducción), cambios oceanográficos (posible transición ENSO). **(Fig. 18).**

La serie marzo 2026 Iquique, evidencia un sistema **variable, intermitente y fuertemente controlado por forzantes ambientales**, con pulsos reproductivos intensos, poco frecuentes.

Fase 1: Baja productividad e inestabilidad (2016–2019) ausencia total de huevos. Actividad reproductiva **limitada en marzo,** alta variabilidad interanual 2019 refleja condiciones extremadamente desfavorables posible **desplazamiento del desove** o falla reproductiva local.

Fase 2: Pulso reproductivo significativo (2020). Primer evento relevante de la serie Indica, condiciones oceanográficas altamente favorables, activación del desove en marzo. Asociado a, mayor productividad (fitoplancton), condiciones térmicas adecuadas.

Fase 3: Retorno a niveles bajos (2021–2023). Disminución abrupta posterior al pulso de 2020. Sistema vuelve a un estado de baja productividad, menor éxito reproductivo. Sugiere condiciones menos favorables o más variables.

Fase 4: Evento extremo (2024) máximo de la serie. Evento **excepcional y sin precedentes** más del doble del máximo previo (2020). Refleja condiciones óptimas extraordinarias fuerte acoplamiento físico-biológico.

Interpretación oceanográfica la dinámica en Iquique está fuertemente influenciada por: **Dinámica de surgencia,** alta variabilidad en intensidad. Años con surgencia intensa: mayor aporte de nutrientes, aumento del desove **(Fig. 18).**

La serie de Mejillones marzo 2026, muestra un comportamiento **menos extremo que Iquique y más moderado que Arica**, con una señal clara de **variabilidad interanual, pero con mayor continuidad reproductiva**.

Fase 1: transición desde baja a alta productividad (2016–2017)2016: 590 (muy bajo); 2017: 20.494 (alto). Cambio abrupto en condiciones ambientales y activación del desove en marzo a partir de 2017.

Fase 2: descenso y estabilización en niveles bajos (2018–2019)2018: 5.826; 2019: 1.146. Disminución progresiva, condiciones menos favorables, similar a lo observado en otras zonas (fase débil del sistema).

Fase 3: recuperación moderada (2020) 19.686. Evento reproductivo importante, sincronía con Arica e Iquique (año regionalmente favorable).

Fase 4: periodo de baja a moderada productividad (2021–2023)2021: 1.974; 2022: 8.609; 2023: 8.614. Recuperación parcial, mayor estabilidad que Iquique sistema mantiene actividad reproductiva continua (sin caídas).

Interpretación oceanográfica Mejillones presenta características particulares: **Bahía semi-cerrada (retención).** Favorece acumulación de huevos menor dispersión. Explica ausencia de valores cero. **Surgencia activa pero retenida,** aporte constante de nutrientes y mantiene productividad relativamente estable. **Condiciones de oxígeno** zona influenciada por la **ZMO**, cambios en oxígeno

pueden modular el éxito reproductivo, pero sin generar bajas totales. **(Fig. 18).**

La serie larval de Arica en marzo, refleja el **éxito reproductivo efectivo** (desove más eclosión más supervivencia temprana). A diferencia de los huevos, aquí se integran procesos biológicos y ambientales más complejos, por lo que la señal es más exigente ecológicamente.

Fase 1: baja productividad con evento aislado (2016–2018). Baja supervivencia larval inicial, el 2018 marca primer evento favorable de la serie, buen acoplamiento entre desove y ambiente.

Fase 2: punto crítico de la serie (2019). Ausencia total de larvas, puede indicar falla en eclosión, alta mortalidad temprana o desplazamiento del desove fuera del área.

Fase 3: recuperación débil a moderada (2020–2022). Recuperación progresiva, supervivencia larval aún limitada, con condiciones parcialmente favorables.

Fase 4: explosión larval (2023) 7.517 (máximo de la serie). Evento excepcional indica alta producción de huevos y alta supervivencia por condiciones óptimas, alimento disponible buena oxigenación retención costera.

Fase 5: alta productividad sostenida (2024–2026). Aunque menor que 2023, se mantiene en niveles altos. Lo que sugiere, fase favorable prolongada del sistema.

Oceanográficamente la señal larval está fuertemente controlada por la disponibilidad de alimento **(clorofila-a)**, mayor supervivencia larval. Lo que explica el (2023–2026). **Temperatura superficial** moderadas, favorecen desarrollo larval. Temperaturas extremas aumentan mortalidad. **Oxígeno disuelto,** condiciones bien oxigenadas expansión del hábitat larval. Baja oxigenación compresión vertical y mortalidad **(Fig. 19).**

La serie larval de marzo para Iquique evidencia un sistema **altamente variable, intermitente y más restrictivo que Arica**, donde la supervivencia temprana está fuertemente condicionada por procesos físicos (advección, surgencia) y biológicos (alimento, oxígeno).

Fase 1: baja productividad (2016–2019). Sistema con **baja supervivencia larval,** presencia de **fallas reproductivas o post-eclosión**. Condiciones desfavorables para el desarrollo larval, posible dispersión fuera de la costa o mortalidad temprana.

Fase 2: evento de alta supervivencia (2020). Primer pulso larval importante, Indica buen acoplamiento entre desove y ambiente. Condiciones favorables, alimento disponible retención suficiente.

Fase 3: caída posterior (2021). Caída abrupta tras 2020 sugiere, condiciones nuevamente restrictivas alta mortalidad larval.

Fase 4: recuperación parcial (2022–2023). Recuperación moderada, supervivencia inestable sistema aún sensible.

Fase 5: nuevo evento favorable (2024). Segundo gran pulso de la serie (similar a 2020) Refleja condiciones ambientales óptimas alta eficiencia de supervivencia.

Oceanográficamente advección y dispersión, zona más abierta que Arica alta probabilidad de transporte de larvas fuera del área de muestreo. Lo que explica, valores bajos o nulos. **Surgencia variable,** años con surgencia intensa pueden favorecer productividad, pero también dispersar larvas. **Disponibilidad de alimento (clorofila-a).** Pulsos de alta clorofila-a explican 2020 y 2024. **Oxígeno disuelto,** expansión de la ZMO, reduce hábitat viable larval y puede generar, mortalidad o compresión vertical **(Fig. 19).**

La serie larval en marzo 2026 para **Mejillones** muestra un comportamiento **más estable que Iquique y comparable a Arica en términos de continuidad**, pero con una **intensificación reciente muy marcada (2026)**. Refleja un sistema con **buena retención larval y resiliencia**, aunque igualmente sensible a perturbaciones ambientales.

Fase 1: productividad moderada inicial (2016–2018). Niveles moderados con leve tendencia a la baja, supervivencia larval relativamente estable con condiciones ambientales aceptables, pero no óptimas.

Fase 2: baja puntual (2019). Evento crítico, falla en supervivencia larval posibles causas: condiciones oceanográficas adversas, baja disponibilidad de alimento intensificación de la ZMO.

Fase 3: recuperación y estabilización (2020–2022). Recuperación clara tras 2019 sistema entra en fase de: estabilidad moderada supervivencia consistente.

Fase 4: pulso reproductivo importante (2023) Evento favorable significativo buen acoplamiento, desove más condiciones ambientales. Similar a pulsos observados en otras zonas.

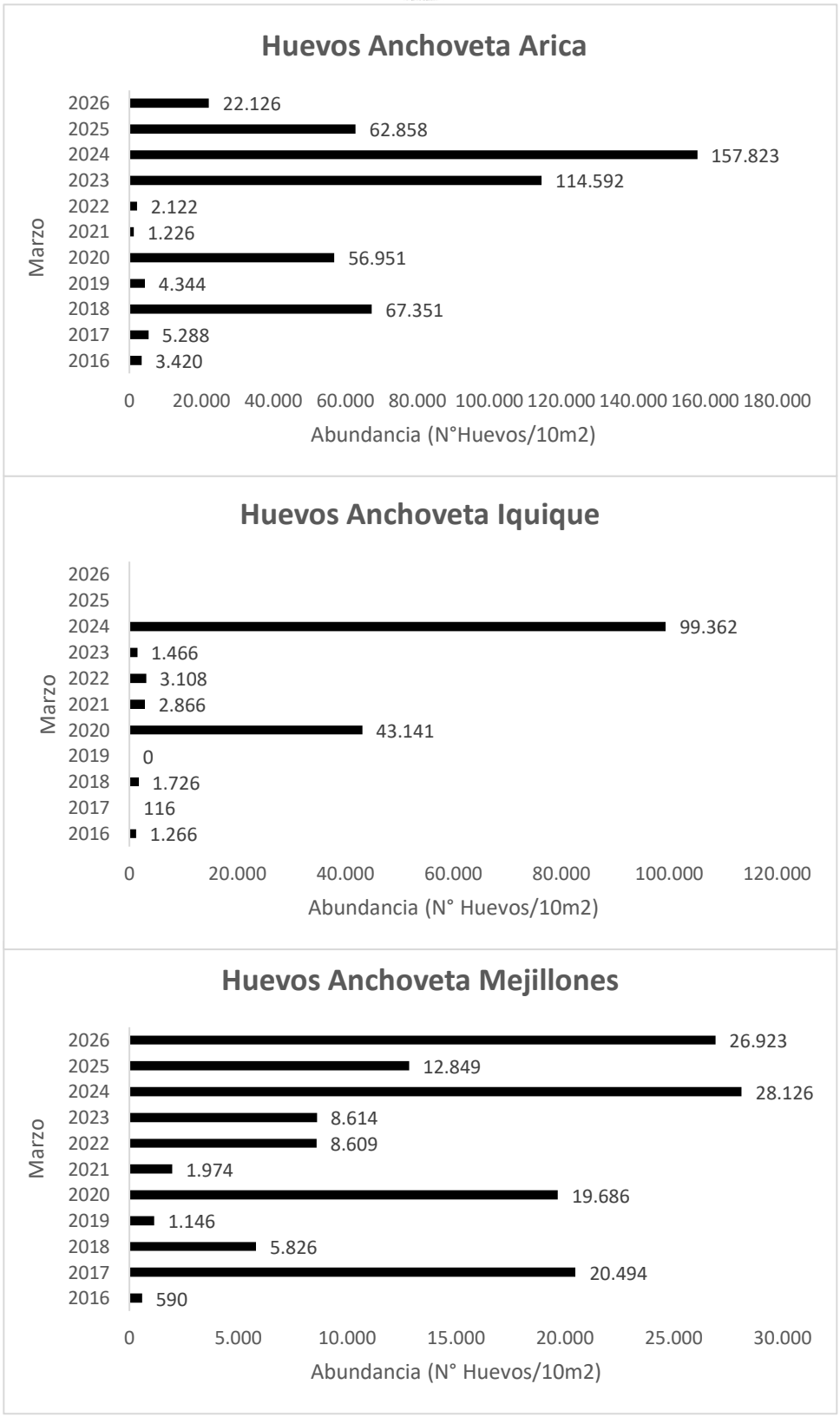
Fase 5: variabilidad moderada y evento extremo (2024–2026). Condiciones extremadamente favorables alta supervivencia larval.

Oceanográficamente la retención en bahía de Mejillones. El factor clave, acumulación de larvas, menor dispersión. Lo que explica, estabilidad de la serie.

Productividad (clorofila-a). Mantiene base trófica relativamente constante. Pulsos altos (2023, 2026): asociados a incrementos productivos.

Oxígeno disuelto Influencia de la ZMO, modula hábitat vertical lo que no genera colapsos frecuentes indica resiliencia del sistema.

Dinámica de surgencia aporte continuo de nutrientes, menor dispersión que en Iquique. (**Fig. 19**).



.

Figura 18. **Abundancia de huevos de anchoveta para la zona de Arica, Iquique y Mejillones. Serie meses de marzo 2016 - 2026. Iquique sin información marzo 2026.**

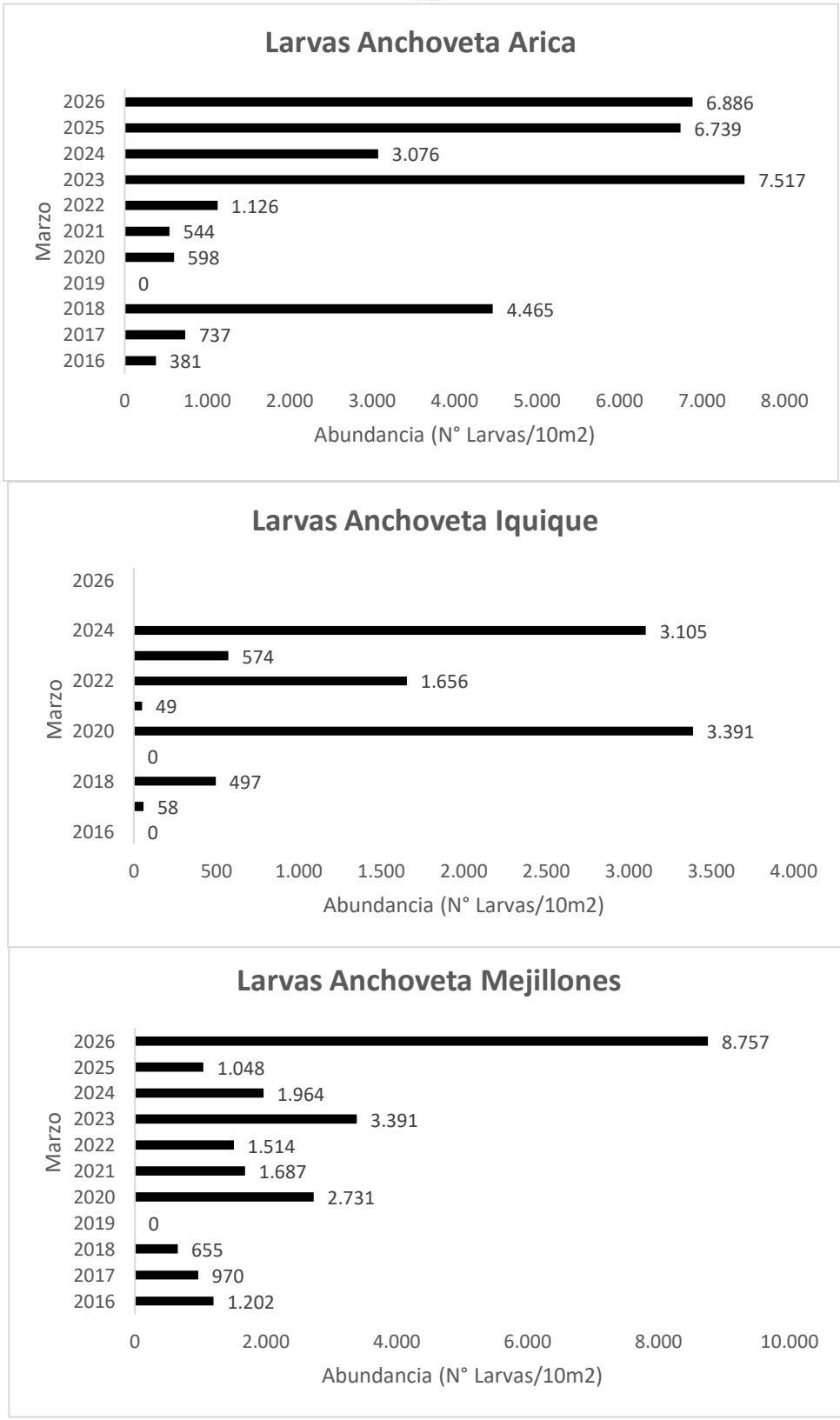


Figura 19. **Abundancia de larvas de anchoveta para la zona de Arica, Iquique y Mejillones. Serie marzo 2016 - 2026. Iquique sin información marzo 2026.**

La serie de variación temporal de la intensidad de desove (oct 2014-mar 2026), muestra una tendencia ascendente entre 2022–2024 y una fase de declive en 2025, lo que sugiere un control ambiental interanual sobre la intensidad reproductiva de la anchoveta, posiblemente vinculado a fluctuaciones térmicas, disponibilidad de nutrientes y estabilidad de la columna de agua (**Fig. 20**).

La serie indica que durante el período 2022–2023 se registró una baja densidad de desove acompañada de alta variabilidad oceanográfica, etapa que correspondió a un período posterior a condiciones frías y que culminó con el evento El Niño 2023.

En 2024, el sistema muestra una estabilización seguida de un aumento en la densidad de desove, bajo condiciones oceanográficas favorables, con una respuesta reproductiva significativa y señales iniciales de recuperación tras el intenso evento cálido previo.

Para 2025 se observa un descenso en la actividad reproductiva, asociado a un período de transición y cambios oceanográficos caracterizados por alta variabilidad, con alternancia entre condiciones neutrales y frías. El valor registrado en enero de 2026 se presenta como moderado en comparación con varios eneros anteriores.

Desde el punto de vista ecológico y poblacional, este valor indica desove en pleno verano, ocupación espacial temprana, presencia de biomasa reproductiva distribuida y condiciones ambientales neutrales.

Dado que enero no suele corresponder al máximo estructural del ciclo reproductivo (el cual generalmente ocurre en invierno-primavera), un valor elevado en este mes sugiere una prolongación del período reproductivo. En marzo se produce una **desaceleración,** 2025 valores moderados bajos y el 2026 inicio moderado. Lo cual Indica, posible transición hacia condiciones menos favorables.

En conjunto, la intensidad del desove de anchoveta está **fuertemente controlada por la variabilidad oceanográfica**, respondiendo rápidamente a cambios en productividad, temperatura y oxigenación (**Fig. 20**).

Los resultados indican que la **abundancia de huevos de anchoveta estimada para marzo de 2026**, dentro de la serie analizada, muestra una variabilidad interanual muy marcada, típica de especies pelágicas pequeñas fuertemente influenciadas por condiciones oceanográficas. Se observa una **alta variabilidad**, con valores que oscilan entre: **mínimo:** 5.275 (2016) **máximo:** 285.311 (2024). No hay una tendencia lineal clara, sino más bien un patrón de **pulsos reproductivos**.

Identificación de periodos relevantes fase de baja abundancia **(2016–2019).** Posible asociación con condiciones menos favorables, menor productividad cambios térmicos o estratificación. **Primer pulso importante (2020)** aumento significativo a **119.779** probablemente vinculado a condiciones tipo **La Niña** o enfriamiento costero, mayor surgencia incremento de alimento (fitoplancton y zooplancton). **Nueva caída (2021–2022)** disminución fuerte nuevamente (<15.000). Indica alta sensibilidad del desove a cambios ambientales. **Segundo pulso fuerte (2023).** Esto sugiere condiciones excepcionalmente favorables, posible expansión del stock reproductivo alta supervivencia de adultos.

Descenso reciente (2025–2026). Se observa una **disminución sostenida post-máximo**.

Oceanográficamente el patrón observado es consistente con la dinámica del sistema de la **Corriente de Humboldt**, donde la reproducción de anchoveta responde a **Eventos ENSO: La Niña** donde favorece alta productividad más huevos. **El Niño** genera estratificación menos huevos. **Clorofila-a: Oxígeno disuelto y ZMO:** Cambios en la capa oxigenada superficial afectan áreas de desove.

Situación de marzo 2026. Valor: **49.049** comparación un 35% menor respecto a 2025 y 83% respecto al máximo (2024). Indica una **contracción del esfuerzo reproductivo**. Probablemente asociada a menor disponibilidad trófica condiciones térmicas menos favorables (posible influencia cálida residual tipo El Niño) (**Fig. 21**).

Los resultados indican que la serie marzo presenta alta variabilidad interanual en las larvas, aunque menos extrema que la de huevos. A diferencia de los huevos, las larvas muestran una señal más integrada, ya que reflejan no solo desove, sino también éxito de eclosión y supervivencia temprana.

Fases principales de la serie. Periodo inicial (2016–2018) incremento progresivo, sugiere mejora en condiciones de supervivencia larval.

Baja puntual (2019). Valor 0, altamente significativo. Posibles causas condiciones oceanográficas adversas falla en la retención larval mortalidad temprana extrema.

Recuperación (2020–2022). Valores moderados (2.000–7.000). Indica restablecimiento del sistema, aunque sin máximos altos**.**

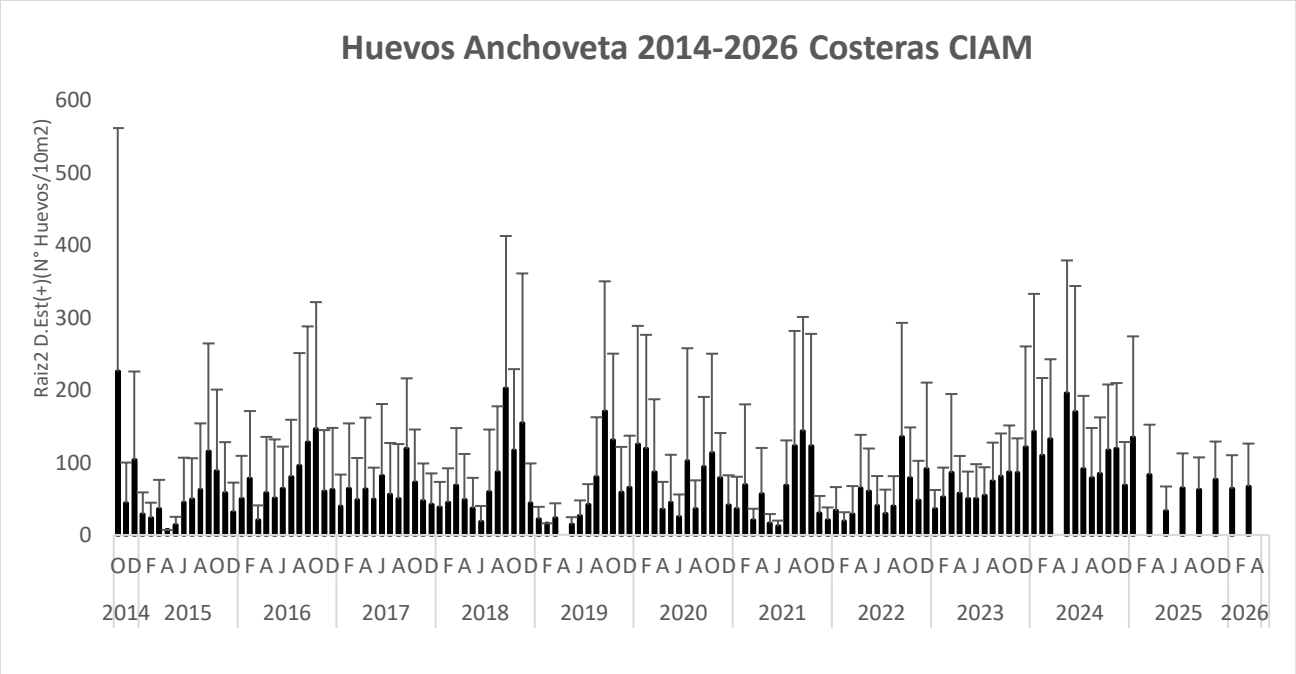
Fase de alta producción (2023–2026), valores altos sostenidos (~8.000) 2026: 15.623 (máximo de la serie). Esto refleja una fase muy favorable para la supervivencia larval.

Comparación huevos vs larvas. Aquí está uno de los puntos más importantes: 2024 (máximo de huevos) 285.311; larvas: 8.145 baja eficiencia de conversión. El 2026, huevos: 49.049 (moderado), larvas: 15.623 (máximo) alta eficiencia de supervivencia.

Interpretación clave: No siempre más huevos = más larvas. El 2026 presenta mejores condiciones ambientales para supervivencia, aunque el desove fue menor.

Oceanográficamente la abundancia larval está fuertemente controlada por, disponibilidad de alimento (clorofila-a), condiciones moderadas (no extremas), favorecen la supervivencia. Exceso o déficit puede ser negativo. Estructura térmica, estratificación moderada favorece retención larval. Mezcla excesiva o calentamiento fuerte puede dispersarlas. **Oxígeno** disuelto, zonas con buena oxigenación superficial aumentan supervivencia. Retención costera clave en sistemas de surgencia como el norte de Chile.

Situación de marzo 2026 máximo histórico: 15.623 larvas. A pesar de menor desove (huevos), hay alta supervivencia condiciones ambientales probablemente más estables. Esto sugiere ventana ecológica favorable, potencial buen reclutamiento futuro (**Fig. 21**).



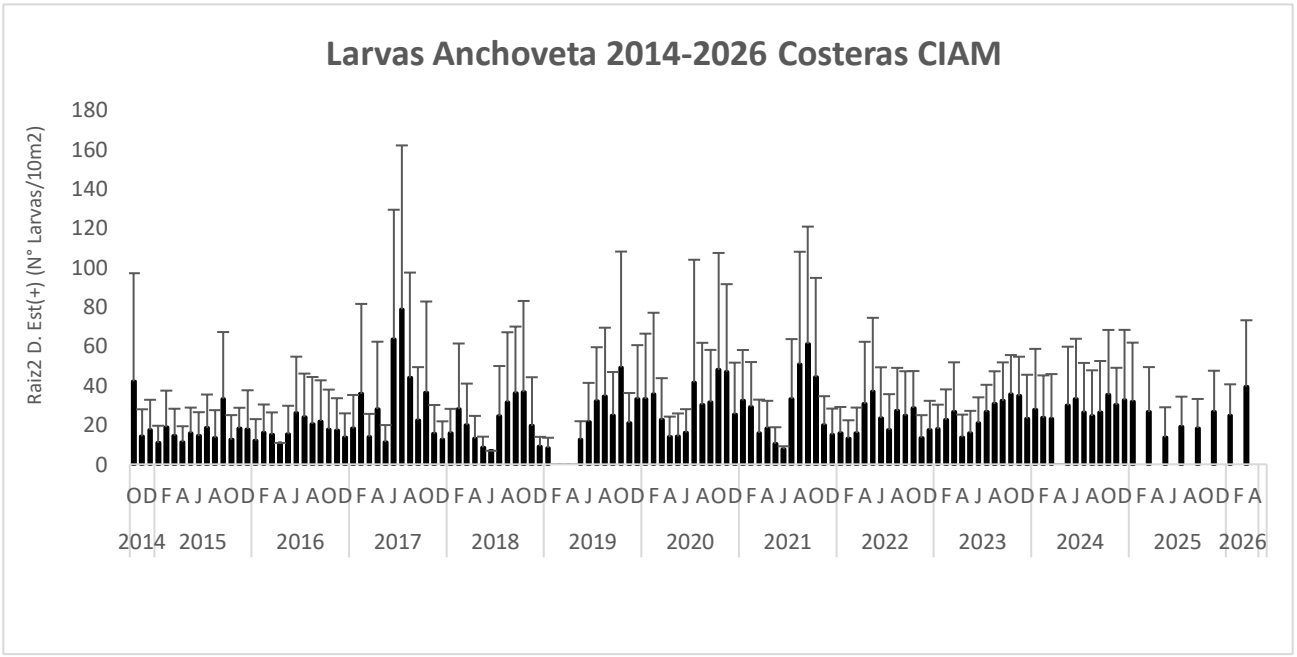
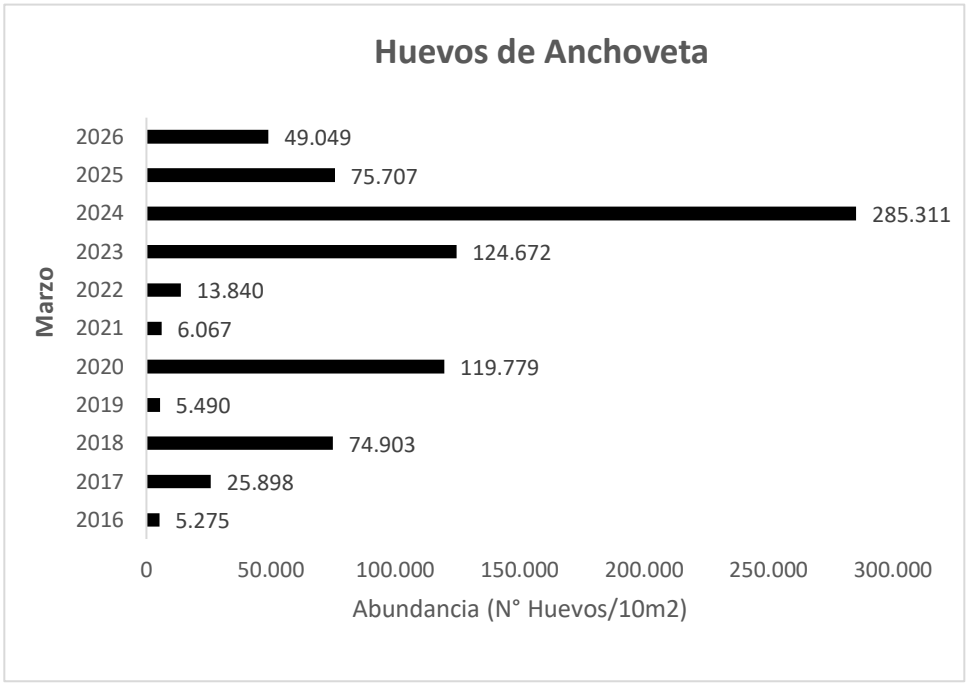


Figura 20. **Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta para la zona Arica, Iquique y Mejillones en el período octubre 2014 – marzo 2026.**



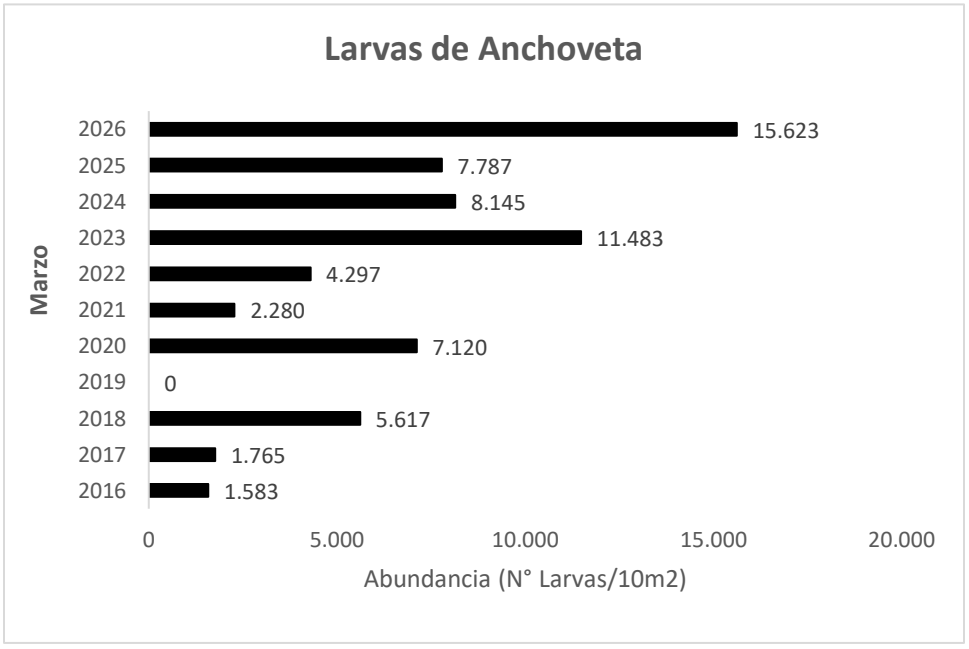


Figura 21. **Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para la zona de Arica, Iquique y Mejillones. Meses de marzo 2016 a 2026.**

El patrón estacional de la abundancia de huevos de anchoveta a lo largo de los años analizados muestra que los meses con mayor frecuencia de altos valores son julio, agosto, septiembre y octubre, lo cual coincide con el período de mayor actividad reproductiva de la anchoveta en el ecosistema costero del norte de Chile.

De enero a julio 2025, se observa un decrecimiento paulatino de la abundancia de huevos de anchoveta, en comparación con lo reportado en el primer semestre del año 2024 donde se observó abundancias importantes que superaron el rango habitual para ese periodo (**Fig. 22**).

La serie evidencia la influencia de eventos El Niño y La Niña. Durante los años cálidos (como El Niño 2023), se observa una reducción en la abundancia de huevos en los meses clave de reproducción. Por el contrario, en años asociados a condiciones neutras o frías (La Niña) como en 2020-2021, la actividad reproductiva parece intensificarse.

El análisis de la abundancia de larvas de anchoveta entre 2015 y 2025 revela un patrón estacional bien definido, con máximos entre agosto y octubre, y mínimos entre diciembre y marzo. Sin embargo, esta estacionalidad se ha vuelto más difusa en los últimos años, con aumentos en meses inusuales, como enero y julio (2024 y 2025).

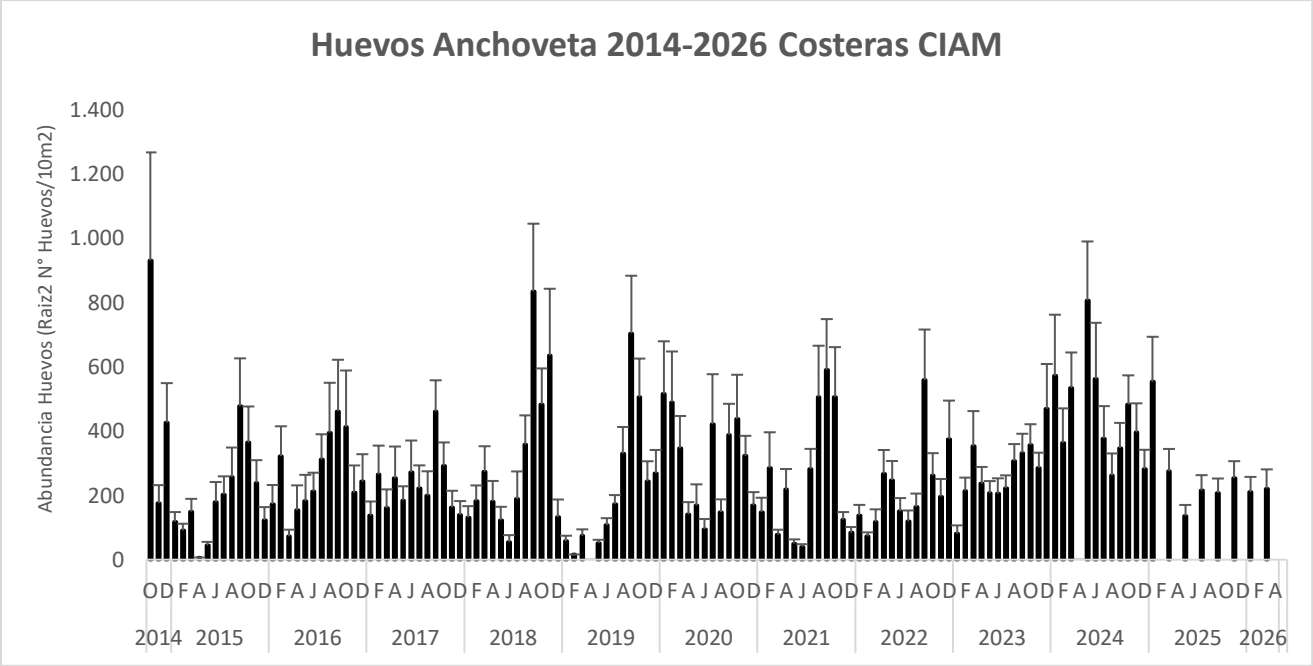
La variabilidad interanual es evidente y parece estar fuertemente influenciada por las condiciones oceanográficas regionales, como la intensidad de la surgencia costera, la disponibilidad de nutrientes y eventos climáticos globales (El Niño/La Niña). Años con condiciones favorables presentan altos niveles de abundancia larval, reflejando un entorno propicio para el reclutamiento.

Los valores más bajos de la serie, posiblemente ligados a una persistencia de anomalías térmicas positivas y menor disponibilidad trófica para el desove.

La disminución en la abundancia de huevos puede estar influenciada por diversos factores, entre ellos el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), que puede afectar la distribución espacial y la sincronía del desove. Asimismo, una reducción de la biomasa reproductiva (stock desovante) y una menor disponibilidad de alimento para los adultos —especialmente en años con baja concentración de clorofila-a— pueden contribuir a una menor intensidad reproductiva.

Si se analiza estadísticamente enero de 2026 en el contexto histórico (2015–2025), se observa que el promedio de enero es aproximadamente 238, con una mediana cercana a 148. El valor registrado en enero de 2026 (211) se sitúa por encima de la mediana y levemente por debajo del promedio —este último influenciado por los valores extremos de 2024–2025— y por encima de los años considerados débiles. En consecuencia, puede interpretarse como un mes que presentó actividad reproductiva **(Fig. 22).**

En cuanto a marzo de 2026, **sistema en fase post-evento.** Luego del máximo 2024, el sistema entra en una fase de **ajuste o estabilización y posible desacople con huevos** 2026: **disminuyen.** Larvas 2026 **aumentan**. Esto sugiere mejores condiciones de **supervivencia larval** más que un aumento del desove. El nivel moderado de abundancia indica, sistema **funcional y estable** sin señales de estrés extremo. La eficiencia larval observada sugiere, condiciones favorables de alimento retención costera oxigenación superficial **(Fig. 22).**



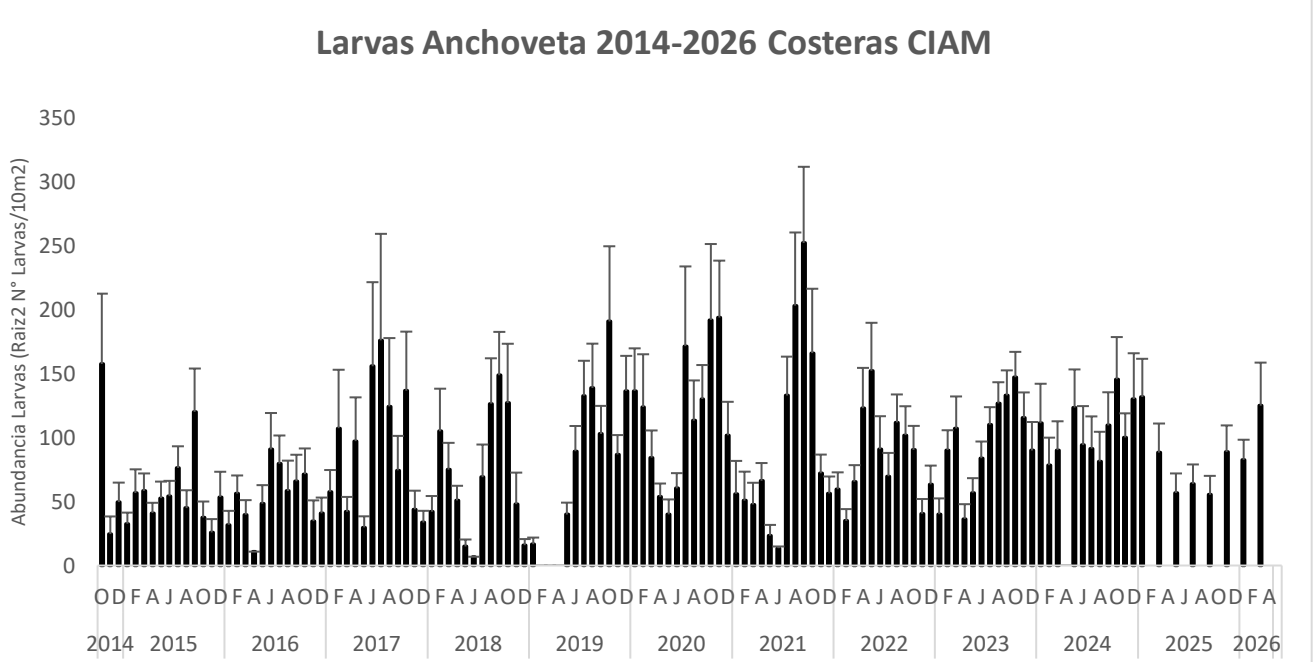


Figura 22. **Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie octubre 2014 – marzo 2026.**

1.1 Sardina española (***Sardinops sagax***)

En el análisis de huevos de la sardina española, en marzo 2026, se identificaron 5 estaciones con presencia positiva de huevos, recolectándose un total de 516 huevos en un área de 10 m², lo que representa una frecuencia porcentual del 46% (**Tabla 5**).

Durante esta fase del desarrollo, las abundancias de huevos fluctuaron entre 0 y 149 huevos por 10 m². La media de huevos en estaciones positivas fue de 103 huevos por 10 m², mientras que la media general, considerando todas las estaciones, fue de 47 huevos por 10 m². Las abundancias se distribuyeron Arica con 54% y Mejillones con el 46% de los huevos colectados. (**Tabla 5 y Fig. 23**).

En marzo de 2026, la distribución de huevos de sardina española en relación con la distancia a la costa, mostró un predominio en 3 y 5 millas náuticas, en Arica y para Mejillones 1, 3 y 5mn (**Fig. 23**).

La abundancia de huevos de sardina española frente a Arica, Iquique y Mejillones durante el período 2015–2025 exhibe una **alta variabilidad interanual**, marcada por **pulsos reproductivos intensos en 2017, 2023 y 2024**, intercalados con años de **baja actividad**. Este patrón sugiere que la sardina española responde fuertemente a **fluctuaciones ambientales**, como la temperatura superficial del mar, la productividad primaria y la intensidad de la surgencia costera.

El **repunte observado en 2023 y 2024** podría indicar un retorno de condiciones oceanográficas favorables tras un período de baja reproducción entre 2018 y 2022. Sin embargo, la **disminución en 2025** y a marzo 2026 se mantiene esta disminución, pero pulsante. Se plantea la necesidad de un monitoreo continuo para determinar si se trata de una variabilidad natural o el inicio de una nueva fase de baja actividad reproductiva.

En conjunto, los resultados reflejan el **carácter oportunista y altamente variable de la reproducción de la sardina española en el ecosistema de la corriente de Humboldt**, y subrayan la importancia de integrar estos indicadores tempranos en las estrategias de manejo y conservación del recurso **(Fig. 24).**

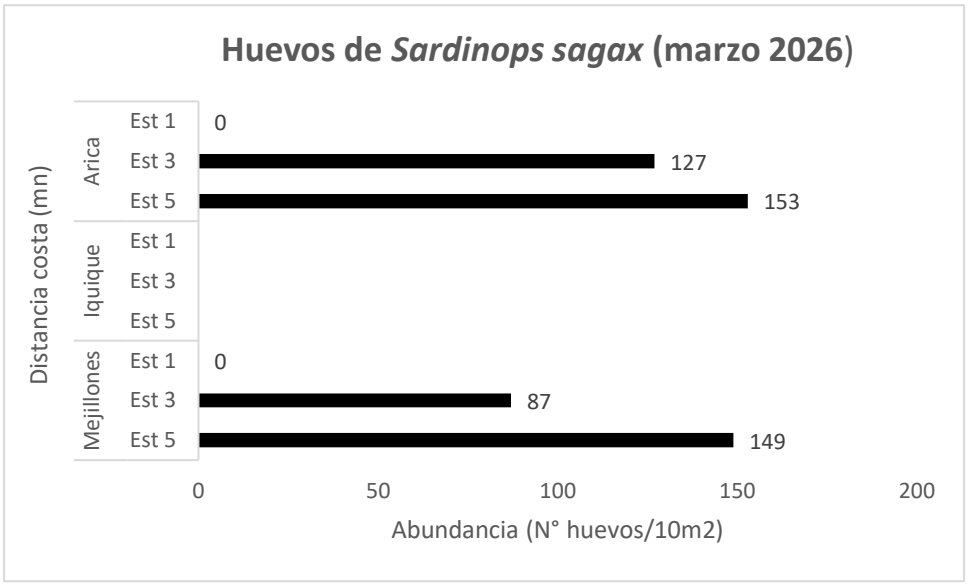


Figura 23. **Abundancia promedio de huevos de sardina española con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica y Mejillones marzo 2026.**

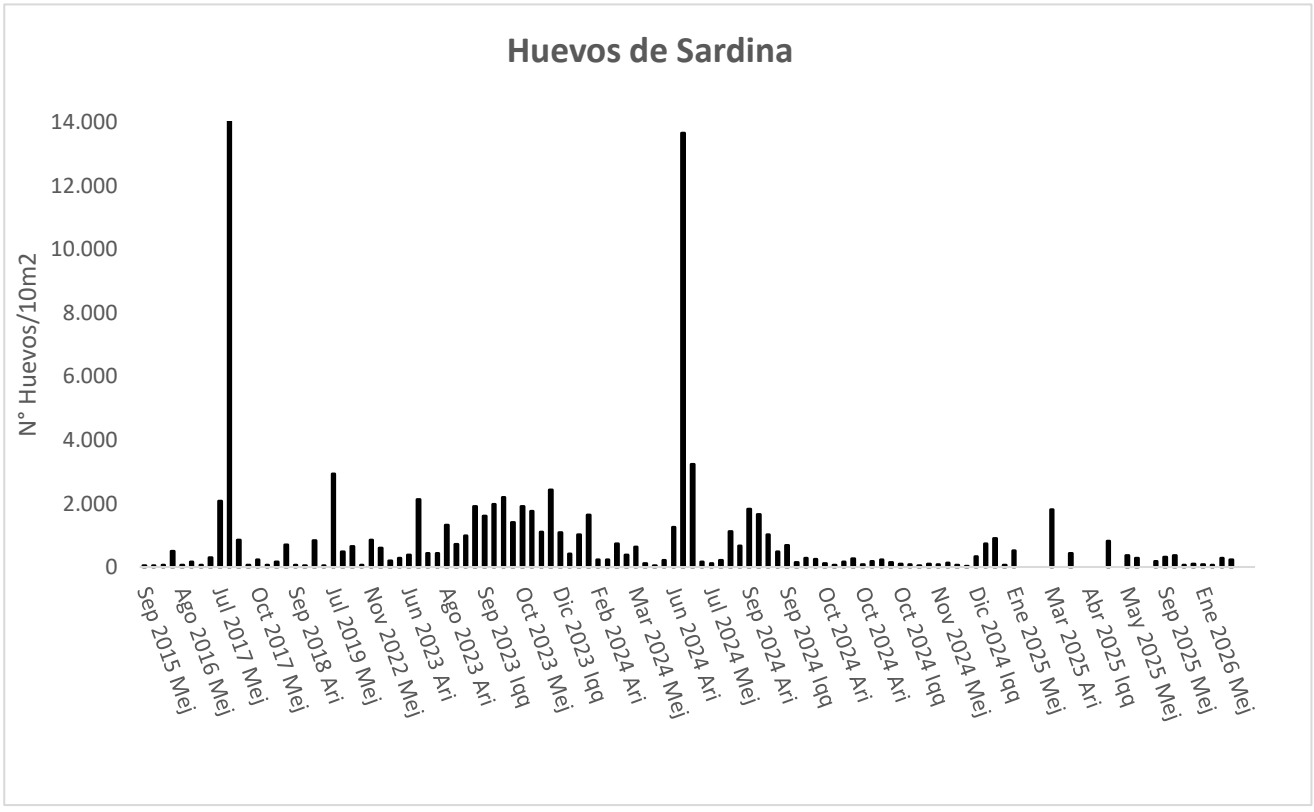


Figura 24. **Abundancia de huevos de sardina española, *Sardinops sagax,* frente a los puertos de Arica - Mejillones. Serie CIAM noviembre 2015 – marzo 2026.**

CONCLUSIONES

Durante marzo de 2026, el análisis de la temperatura superficial del mar (TSM) en la franja costera norte de Chile, que abarca las zonas frente a Arica y Mejillones. El conjunto de datos, permite caracterizar el estado físico de la capa superficial bajo un enfoque integrado de variabilidad térmica, halina y densimétrica. La **temperatura superficial del mar (TSM)** presenta un promedio de 17,27 °C con una desviación estándar de ±1,44 °C, evidenciando la mayor fuente de variabilidad del sistema. El rango térmico (14,89–19,06 °C) indica la presencia de gradientes espaciales marcados, atribuibles a la interacción entre aguas frías recientemente afloradas y aguas más cálidas estabilizadas superficialmente. Este patrón es característico de zonas de surgencia costera activa, donde la advección de aguas subsuperficiales frías genera enfriamientos localizados, especialmente en estaciones cercanas a la costa (1mn), mientras que hacia 3 y 5mn tienden a observarse condiciones más homogéneas y cálidas por mezcla y radiación solar.

En contraste, la **salinidad** muestra un promedio de 34,64 ups con una desviación estándar muy baja (±0,038) y un rango estrecho (34,584–34,706 ups), lo que evidencia una estructura halina altamente conservativa. Esta homogeneidad sugiere una débil influencia de forzantes continentales (descarga fluvial o precipitaciones) y una dominancia de masas de agua oceánicas propias del sistema de la Corriente de Humboldt. La estabilidad de la salinidad indica además que los procesos de mezcla horizontal y vertical no generan contrastes significativos en este parámetro a escala superficial.

La **densidad (σt)** presenta un valor medio de 25,13 kg/m³ con una desviación estándar de ±0,366 y un rango entre 24,70 y 25,70 kg/m³. Dado el bajo nivel de variabilidad en la salinidad, la densidad está controlada principalmente por la temperatura, mostrando una relación inversa típica de aguas más frías donde presentan mayor densidad. Este comportamiento confirma que los núcleos de mayor densidad están asociados a intrusiones de aguas frías de origen subsuperficial, reforzando la señal de surgencia.

Desde una perspectiva integrada, el sistema superficial durante marzo de 2026 se caracteriza por: **Alta homogeneidad halina**, reflejando estabilidad en la composición de masas de agua. **Variabilidad térmica moderada**, indicativa de procesos dinámicos como surgencia costera, mezcla y advección. **Estructura de densidad dependiente de la temperatura**, que evidencia la importancia de los forzantes físicos en la estratificación superficial.

En términos oceanográficos, estas condiciones sugieren un escenario típico de transición estacional (fin de verano–inicio de otoño), donde la surgencia aún está activa, pero modulada por un mayor calentamiento superficial. Esta configuración favorece gradientes horizontales que pueden influir directamente en la productividad primaria y en la distribución de organismos planctónicos y pelágicos, incluyendo estadios tempranos de especies como la anchoveta.

El análisis de los datos superficiales Arica, evidencia un sistema altamente homogéneo en la capa superficial, con baja variabilidad en todos los parámetros evaluados.

La **temperatura superficial del mar** presentó un promedio de 18,48 °C ± 0,46 °C, con un rango estrecho entre 17,98 °C y 19,06 °C. Esta reducida dispersión térmica indica condiciones de relativa estabilidad, con escasa influencia de procesos intensos de surgencia durante el periodo de

muestreo. La homogeneidad térmica sugiere una capa superficial bien mezclada o dominada por calentamiento atmosférico, típica de condiciones de verano tardío.

En cuanto a la **salinidad**, se registró un promedio de 34,67 ups ± 0,021, con un rango muy acotado (34,646–34,706 ups), lo que refleja una estructura halina prácticamente conservativa. Esta baja variabilidad confirma la ausencia de aportes continentales significativos y la predominancia de aguas oceánicas del sistema de la Corriente de Humboldt, sin evidencias de intrusiones de masas de agua con distinta firma salina.

La **densidad** presentó un promedio de 24,82 kg/m³ ± 0,125, con valores entre 24,70 y 25,01 kg/m³. Al igual que en sistemas superficiales típicos, la variabilidad de la densidad está controlada principalmente por la temperatura, dado el comportamiento casi constante de la salinidad. Los valores relativamente bajos de densidad son consistentes con aguas más cálidas y estratificadas.

En contraste, en Mejillones revela un sistema con mayor influencia de procesos dinámicos costeros en comparación con Arica, particularmente asociados a surgencia.

La **temperatura superficial del mar** presenta un promedio de 15,82 °C ± 0,68 °C, con un rango entre 14,89 °C y 16,83 °C. Estos valores son significativamente más bajos que los observados en Arica, lo que evidencia la presencia de aguas más frías en superficie. La variabilidad térmica, aunque moderada, sugiere la influencia de surgencia costera activa, que favorece el ascenso de aguas subsuperficiales frías hacia la superficie, especialmente en sectores cercanos a la costa.

En cuanto a la **salinidad**, se observa un promedio de 34,60 ups ± 0,021, con un rango estrecho (34,584–34,643 ups), lo que indica una alta homogeneidad halina. Este comportamiento confirma, al igual que en Arica, la dominancia de masas de agua oceánicas del sistema de la Corriente de Humboldt y la escasa influencia de aportes continentales. La baja variabilidad salina sugiere que los procesos físicos que afectan la zona (como la surgencia) no generan cambios significativos en este parámetro a nivel superficial.

La **densidad** presenta un promedio de 25,51 kg/m³ ± 0,118, con valores entre 25,41 y 25,70 kg/m³, siendo notablemente más altos que en Arica. Esta diferencia está directamente relacionada con las menores temperaturas registradas, lo que refuerza la relación inversa entre temperatura y densidad. La mayor densidad superficial es consistente con la presencia de aguas recientemente afloradas, típicamente más frías y densas.

El análisis de la **columna de agua** en marzo de 2026 para la zona evidencia una estructura oceanográfica vertical bien definida, donde la variabilidad térmica domina la estratificación, mientras que la salinidad mantiene un comportamiento relativamente conservativo.

A escala regional, la temperatura presenta un promedio de **14,82 °C ± 1,45**, con un amplio rango (13,07–19,06 °C), lo que refleja una marcada **estratificación vertical**. Los valores máximos corresponden a la capa superficial, mientras que los mínimos evidencian la presencia de aguas más frías en profundidad, consistentes con masas de agua subsuperficiales características del sistema de la Corriente de Humboldt.

La salinidad muestra un promedio de **34,66 ups ± 0,048**, con un rango moderado (34,47–34,87 ups), lo que indica una leve variabilidad vertical asociada a la superposición de masas de agua,

aunque sin cambios abruptos.

La densidad alcanza un promedio de **25,82 kg/m³ ± 0,375**, con valores entre 24,70 y 26,31 kg/m³, evidenciando una **estructura vertical estable**, donde el aumento de densidad con la profundidad está controlado principalmente por el descenso térmico.

En Arica, la columna de agua presenta un promedio térmico de **15,57 °C ± 1,63**, con el mayor rango térmico observado (13,53–19,06 °C). Esto indica una **alta variabilidad vertical**, compatible con una estratificación marcada en superficie y la presencia de aguas frías en profundidad.

La salinidad (**34,69 ± 0,038 ups**) es relativamente homogénea, lo que sugiere que la estructura vertical está controlada principalmente por la temperatura más que por intrusiones halinas.

La densidad (**25,67 ± 0,432 kg/m³**) muestra una variabilidad considerable, reflejando una columna de agua más dinámica. Este patrón puede estar asociado a procesos de mezcla vertical intermitente o a la influencia de surgencia débil a moderada, que no logra homogenizar completamente la columna.

Mejillones presenta un promedio térmico menor (**14,15 °C ± 0,82**), lo que confirma un sistema más frío en toda la columna de agua. El rango térmico (13,07–16,83 °C) es más acotado que en Arica, indicando una **columna más homogénea verticalmente**.

La salinidad (**34,63 ± 0,037 ups**) mantiene baja variabilidad, consistente con una masa de agua relativamente uniforme.

La densidad (**25,95 ± 0,248 kg/m³**) es más alta que en Arica y menos variable, lo que sugiere una **columna de agua más estable y dominada por aguas frías y densas**, típicas de zonas de surgencia más persistente.

Estas diferencias tienen consecuencias directas en la productividad. En **Mejillones**, la mayor influencia de surgencia favorece el aporte continuo de nutrientes, promoviendo condiciones más productivas. En **Arica**, la estratificación puede limitar el flujo de nutrientes hacia la superficie, generando condiciones más variables para el fitoplancton. Estas condiciones influyen directamente en la distribución y supervivencia de huevos y larvas de anchoveta, modulando los hábitats de reclutamiento.

En síntesis, la columna de agua en marzo de 2026 muestra un sistema físicamente estructurado, donde Mejillones presenta condiciones más frías, densas y homogéneas asociadas a surgencia activa, mientras que Arica exhibe mayor estratificación y variabilidad vertical, reflejando un régimen oceanográfico menos intenso, pero más dinámico en términos de transición.

La serie para marzo evidencia una TSM que oscila entre **16,65 °C (2022)** y **19,40 °C (2024)**, con un rango cercano a 2,8 °C, lo que indica una **variabilidad térmica significativa a escala interanual**.

Se identifican tres fases principales: **Periodo cálido (2018–2020),** valores altos (≈19–19,4 °C), asociados a condiciones más cálidas superficiales. **Periodo frío (2021–2022),** descenso sostenido

hasta el mínimo en 2022 (16,65 °C), consistente con condiciones tipo **La Niña**, que intensifican la surgencia y el enfriamiento superficial. **Periodo de recuperación (2023–2024),** aumento térmico, alcanzando un máximo en 2024 (19,40 °C), posiblemente asociado a condiciones tipo **El Niño** o debilitamiento de la surgencia. **Nueva fase de enfriamiento (2025–2026),** descenso a **17,27 °C en 2026**, sugiriendo una reactivación de condiciones más frías.

La salinidad promedio global oscila entre 34,41 ups (2020) y 34,81 ups (2019), con un rango total de apenas 0,40 ups, lo que confirma una alta estabilidad halina en la capa superficial.

Se distinguen tres fases: 2018–2019: valores relativamente altos (≈34,74–34,81 ups), asociados a mayor influencia de aguas oceánicas subtropicales. El 2020, descenso abrupto (34,41 ups), posiblemente vinculado a una mayor mezcla vertical o advección de aguas menos salinas. 2021–2024, recuperación progresiva, alcanzando valores cercanos a 34,79 ups en 2024. El 2025–2026, leve disminución (34,60–34,64 ups), sugiriendo una ligera modificación en la composición de masas de agua o intensificación de mezcla.

Arica la TSM presenta temperaturas más altas de toda la serie (18,37–20,85 °C), reflejando su carácter más subtropical. Máximo en **2024 (20,85 °C)**. Descenso progresivo hasta **18,48 °C en 2026**, uno de los valores más bajos de la serie reciente. Tendencia reciente sugiere **enfriamiento superficial**, posiblemente por mayor influencia de surgencia o debilitamiento del forzamiento cálido.

La salinidad el máximo Rango: **34,43–34,83 ups**. Alta estabilidad, con oscilaciones suaves. Mínimo en **2020 (34,43)** y descenso relativo en **2025 (34,54)**. En **2026 (34,67 ups)** muestra recuperación respecto a 2025. Refleja una zona con fuerte influencia oceánica y baja perturbación continental.

Iquique la TSM muestra mayor variabilidad relativa: Mínimo en **2022 (15,89 °C)**, evidenciando fuerte enfriamiento. Máximo en **2023 (19,20 °C)**. Serie incompleta hacia 2025–2026, pero con alta sensibilidad a cambios climáticos.

La salinidad en **Iquique** Rango: **34,37–34,85 ups**, similar a Arica, pero con mayor variabilidad puntual. Mínimo en **2020 (34,37)**. Máximo en **2019 (34,85)**. Comportamiento sugiere sensibilidad a procesos de mezcla y advección.

Mejillones la TSM es la zona más fría y con señal más clara de surgencia: Mínimo en **2022 (15,51 °C)**. Valores consistentemente bajos en toda la serie. En **2026 (15,82 °C)** se mantiene dentro del rango frío, lo que indica **persistencia de condiciones de surgencia activa**. Menor amplitud térmica que Arica, pero con tendencia estructural más fría. La salinidad en Mejillones Rango**: 34,44–34,76 ups,** ligeramente más estable. Valores consistentemente intermedios. En 2026 **(34,60 ups)** se mantiene en la parte baja del rango reciente. Refuerza su carácter de zona dominada por surgencia, donde la salinidad tiende a ser ligeramente menor debido a mezcla vertical.

La serie confirma que la salinidad superficial en marzo es un parámetro altamente conservativo en la zona norte de Chile, con variaciones menores pero coherentes con la dinámica oceanográfica regional. El año 2026 se caracteriza por valores intermedios-bajos, lo que, en conjunto con el enfriamiento observado en la TSM, sugiere una mayor influencia de procesos de mezcla y surgencia en el sistema.

El análisis de perfiles térmicos en Arica y Mejillones revela que la isoterma de 15°C presentó una marcada variabilidad espacial durante marzo 2026, reflejando diferencias locales en los procesos de mezcla y surgencia costera.

En **Arica**, la isoterma de 15°C muestra una **alta variabilidad espacial entre transectos**, lo que sugiere diferencias en la estructura térmica costera. **Transecto sur**, la isoterma se mantiene **profunda y homogénea (≈20–21 m)**, lo que indica una **columna de agua más estratificada,** presencia de **aguas superficiales cálidas bien desarrolladas.** Posible **debilitamiento del afloramiento costero**.

Transecto norte, aquí se observa una **fuerte variabilidad horizontal**. Destacando, una isoterma muy **somera en 1mn (8 m).** Profundización progresiva hacia mar adentro (hasta 19 m). Esto sugiere, **intrusión de aguas más frías cerca de la costa**, consistente con procesos de **afloramiento local,** mayor **mezcla vertical** en la zona costera inmediata. Un gradiente térmico marcado entre costa y fuera de la costa.

La diferencia entre ambos transectos evidencia una **estructura térmica heterogénea**, probablemente controlada por: Variabilidad del **viento costero,** intensidad del **afloramiento,** influencia de descargas continentales (como el río San José, si aplica al sector norte). La presencia de una isoterma más somera en el norte implica: **Mayor disponibilidad de nutrientes en superficie**, condiciones potencialmente más favorables para la **productividad primaria**.

En marzo de 2026, frente a Arica, la isoterma de 15 °C muestra un patrón contrastante: **profunda y estable en el transecto sur**, versus **somera y altamente variable en el transecto norte**, reflejando una dinámica costera dominada por procesos locales de afloramiento y mezcla, con implicancias directas en la productividad y hábitat de recursos pelágicos como la anchoveta.

Durante marzo de 2026, en Mejillones la isoterma de 15°C, evidencia una **estructura térmica altamente variable y típicamente asociada a condiciones activas de surgencia costera**

Transecto sur. Se observa un marcado gradiente costa–océano. La isoterma es extremadamente somera en la costa (1 m), se profundiza progresivamente hacia mar adentro. Esto indica, afloramiento costero muy intenso en la zona más cercana a la costa, ascenso de aguas frías subsuperficiales hasta prácticamente la superficie. Transición hacia una columna más estratificada fuera de la costa.

Transecto norte. Aquí el patrón es inverso al transecto sur, la isoterma más profunda en la costa (17 m), más somera hacia 5mn (7 m). Esto sugiere, menor influencia directa del afloramiento en la costa, posible intrusión de aguas más cálidas o mayor estratificación costera. Presencia de procesos advectivos o recirculación dentro de la bahía de Mejillones.

Mejillones presenta una heterogeneidad espacial muy marcada, incluso mayor que en Arica. El transecto sur refleja un foco activo de surgencia, típico de la zona. Alta disponibilidad de nutrientes, potencial incremento de productividad (fitoplancton). El transecto norte muestra condiciones más estables o estratificadas, posiblemente influenciadas por la geomorfología de la bahía. Retención de masas de agua y circulación local.

En marzo de 2026, la zona de Mejillones presenta una **dinámica térmica contrastante**: **Surgencia intensa en el transecto sur**, con la isoterma de 15 °C aflorando casi en superficie. **Mayor**

estratificación o variabilidad en el transecto norte, con patrones opuestos costa–océano. Este escenario sugiere un sistema altamente dinámico, donde coexisten zonas de **alta productividad potencial** con áreas de **retención y estabilidad**, clave para procesos biológicos como la agregación y supervivencia de larvas de peces.

En la región de Arica, el análisis de los valores de oxígeno disuelto superficial registrados en las seis estaciones. Oscilan entre **5,55 y 6,35 ml O_2/L**, lo que indica **condiciones bien oxigenadas en la capa superficial**, consistentes con un ambiente marino costero activo y con buena ventilación. Estos niveles están dentro o levemente por sobre promedios históricos típicos para la zona.

Transecto sur: presenta valores relativamente homogéneos **(5,55–5,76 ml O_2/L),** con una leve disminución hacia 5mn **(5,61 ml O_2/L).**

Transecto norte: muestra valores más altos en general **(6,34–6,35 ml O_2/L en 1 y 3mn),** con una leve disminución en 5mn **(5,90 ml O_2/L).**

Esto sugiere que el transecto norte está más oxigenado, posiblemente asociado a mayor influencia de aguas recientemente ventiladas. Procesos de mezcla vertical o surgencia costera más activa. Menor influencia de masas de agua subsuperficiales pobres en oxígeno.

Implicancias oceanográficas y biológicas: Las condiciones observadas son favorables para organismos pelágicos, incluyendo huevos y larvas de anchoveta. La mayor oxigenación en el norte podría favorecer mejores condiciones de supervivencia larval en ese sector. La homogeneidad relativa sugiere estabilidad superficial, sin señales de hipoxia.

En Mejillones, los valores registrados varían entre **2,75 y 3,79 ml O_2/L**, lo que indica una **oxigenación moderada a baja en la capa superficial**. Estos niveles se sitúan **por debajo de los promedios históricos (~5 ml O_2/L)** para la zona, sugiriendo la presencia de condiciones menos favorables en términos de ventilación.

Transecto sur: presenta los valores más bajos del conjunto (**2,75 ml O_2/L en 1 mn**), aumentando progresivamente hacia 5mn (3,79 ml O_2/L).

Transecto norte: muestra valores ligeramente más altos y homogéneos (**3,59–3,78 ml O_2/L**). Esto sugiere que el **sector sur está más influenciado por aguas pobres en oxígeno**, mientras que el norte presenta una leve mejoría en las condiciones de oxigenación.

Gradiente costa-océano, se observa un incremento del oxígeno desde la costa hacia mar adentro (1 a 5mn), especialmente en el transecto sur. Este patrón es consistente con: La influencia de aguas subsuperficiales pobres en oxígeno (ASPO) cerca de la costa, típicas del sistema de la Corriente de Humboldt. Una mayor ventilación o mezcla en sectores más alejados de la costa.

Las bajas concentraciones superficiales sugieren: **Intrusión de aguas subsuperficiales** con bajo contenido de oxígeno hacia la superficie, posiblemente asociadas a **eventos de surgencia**. **Estratificación débil o mezcla vertical activa**, que transporta aguas menos oxigenadas hacia la capa superficial. Influencia de la **Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO)** característica del norte de Chile, especialmente intensa en la bahía de Mejillones.

En marzo de 2026, Mejillones presenta una **capa superficial con oxigenación reducida**, dominada por la influencia de aguas pobres en oxígeno, especialmente en el sector costero del transecto sur. El patrón espacial refleja un sistema dinámico, probablemente controlado por procesos de surgencia y la proximidad de la ZMO, con implicancias relevantes para la dinámica ecológica y la distribución de organismos en la zona.

La serie temporal de clorofila-a para marzo 2026 en Arica, las concentraciones varían entre **2,06 y 10,07 µg Cl-a/L**, evidenciando una **alta variabilidad espacial**. El valor máximo (10,07 µg/L) indica condiciones **altamente productivas**, mientras que los valores mínimos (~2 µg/L) corresponden a niveles más moderados.

Transecto sur: presenta concentraciones significativamente más altas (**10,07; 6,40; 6,57 µg/L**), reflejando un ambiente **más productivo**.

Transecto norte: muestra una clara disminución (**4,82; 3,26; 2,06 µg/L**), indicando condiciones **menos productivas**. Esto sugiere que el **sector sur concentra mayor biomasa fitoplanctónica**, probablemente asociado a forzantes locales.

Gradiente costa-océano. Se observa un patrón claro de **disminución de la clorofila desde la costa hacia mar adentro (1 a 5mn)** en ambos transectos. Sur (10,07 → 6,57 µg/L), Norte (4,82 → 2,06 µg/L). Este gradiente es típico de sistemas de **surgencia costera**, donde la zona cercana a la costa recibe **nutrientes desde aguas profundas**, favoreciendo el crecimiento fitoplanctónico. En cambio, hacia mar adentro, la disponibilidad de nutrientes disminuye, reduciendo la biomasa.

Los resultados sugieren, fuerte influencia de surgencia en el transecto sur, que explicaría las altas concentraciones de clorofila. En el transecto norte, una **menor intensidad de surgencia o mayor estratificación**, limitando el aporte de nutrientes.

Posible interacción con descargas continentales o procesos locales que intensifican la productividad en el sector sur.

Implicancias biológicas Las altas concentraciones en el transecto sur indican una **zona de elevada productividad primaria**, clave para sostener la cadena trófica. Esto puede favorecer la **disponibilidad de alimento para larvas de anchoveta**, aumentando potencialmente su supervivencia. En contraste, el transecto norte podría representar un ambiente **menos favorable para etapas tempranas**, debido a menor oferta trófica.

En marzo de 2026, Arica presenta un sistema altamente productivo pero heterogéneo, con un **máximo de clorofila en el sector costero del transecto sur** y una **disminución progresiva hacia el norte y mar adentro**. Este patrón es consistente con la dinámica de surgencia costera y refleja una distribución espacial desigual de la productividad primaria en la zona.

En el **transecto sur** se observa una mayor concentración en la estación intermedia (3mn: 4,10 mg/m³), lo que sugiere una zona de máxima productividad posiblemente asociada a: Procesos de surgencia costera moderada, retención local de biomasa fitoplanctónica.

La serie temporal de clorofila-a para marzo de 2026, en Mejillones. Las concentraciones fluctúan entre **1,02 y 4,50 µg Cl-a/L**, lo que indica niveles **moderados a bajos de biomasa fitoplanctónica**, significativamente inferiores a los observados en Arica para el mismo período.

Transecto sur: presenta valores más elevados (**2,32; 4,50; 3,36 µg/L**), destacando un máximo en 3mn.

Transecto norte: muestra concentraciones más bajas (**1,02 y 2,03 µg/L**), evidenciando menor productividad. Esto, sugiere que el **sector sur es relativamente más productivo**, aunque sin alcanzar niveles altos.

Gradiente costa-océano, a diferencia de un patrón típico de surgencia, en el **transecto sur**, la clorofila aumenta desde la costa (2,32) hacia 3mn (4,50) y luego disminuye hacia 5mn (3,36), indicando un **máximo subsuperficial o zona intermedia de productividad**. En el **transecto norte**, se observa un leve aumento de 1mn (1,02) a 5mn (2,03), sugiriendo **mejores condiciones mar adentro que en la costa**.

Los resultados sugieren: **Ausencia de una surgencia costera intensa en superficie**, o bien un desacople entre nutrientes y biomasa fitoplanctónica. Posible influencia de **aguas pobres en nutrientes o condiciones de mezcla desfavorables** en la zona costera, especialmente en el transecto norte. En el transecto sur, el máximo en 3mn podría reflejar una **zona de convergencia o retención**, donde se acumula fitoplancton. Además, estos patrones son coherentes con la presencia de bajas concentraciones de oxígeno superficial, lo que sugiere intrusión de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes, pero con limitada respuesta fitoplanctónica inmediata.

Implicancias biológicas la baja a moderada clorofila indica una **oferta trófica limitada** para organismos planctónicos. Esto puede afectar la **supervivencia y crecimiento de larvas de anchoveta**, especialmente en el transecto norte. El sector sur (3mn) podría representar una **zona favorable relativa**, actuando como área de alimentación.

En marzo de 2026, Mejillones presenta un sistema de **productividad fitoplanctónica moderada y heterogénea**, con un **máximo en el transecto sur a 3mn** y condiciones más pobres en el transecto norte. Este patrón sugiere una dinámica oceanográfica compleja, donde la disponibilidad de nutrientes y la respuesta biológica no están completamente acopladas, probablemente influenciadas por procesos de mezcla, retención y la estructura de masas de agua en la zona.

El procesamiento y análisis de las 11 muestras de zooplancton colectadas durante marzo de 2026, frente a los puertos de desembarque de Arica y Mejillones, permitió cuantificar la presencia de 55.830 huevos y 16.962 larvas de peces. Esto representa un decremento del 5,5% y un incremento del 112%, respectivamente, en comparación con los resultados obtenidos en enero de 2026 para las mismas fases de desarrollo. Del total de individuos cuantificados, el 88% de los huevos y el 92% de las larvas correspondieron a las especies objetivo del estudio. Cabe destacar que, la colecta de huevos de sardina española se registró en el puerto de Arica y Mejillones.

La fase de huevos totales presentó densidades que oscilaron entre 760 y 12.923 huevos por 10 m². La media de huevos por estación positiva fue de 5.057 (DS=3.872,79), lo que representa un decremento del 12% en comparación con la cifra obtenida en enero de 2026. Esta fase de desarrollo abarcó una cobertura máxima tanto latitudinal como longitudinal. En cuanto a la distribución de

huevos, la zona de Arica contribuyó con el 49% del total, mientras que Mejillones aportó el 51%.

Las fases larvarias totales se registraron en 11 estaciones positivas, con una abundancia total de 16.962 larvas/10 m², lo que representa un incremento del 112% en comparación con enero de 2026. Este estadio de desarrollo mostró densidades que oscilaron entre 0 y 4.108 larvas/10 m², con una densidad promedio de 1.696 larvas por estación positiva. En cuanto a la distribución de larvas, la zona de Arica contribuyó con el 47% del total, mientras que Mejillones aportó el 53%.

Para anchoveta, se identificaron 11 estaciones positivas tanto para huevos y para larvas de anchoveta, en las cuales se recolectaron 49.049 huevos y 15.623 larvas, cifras referidas a un área superficial de 10 m². Esto representó una frecuencia porcentual del 100% y 100% para ambos estadios de desarrollo, respectivamente, reflejando actividad reproductiva en la zona explorada.

La serie de densidad promedio Est (+) presenta variaciones interanuales notables, con años de alta intensidad reproductiva, como 2024, y otros con actividad más moderada, como 2022 y 2023. El patrón estacional no es completamente uniforme. En 2022 y 2023, la mayor actividad de desove se concentró durante la primavera y el verano austral (septiembre–diciembre), mientras que en 2024 (post El Niño) el máximo histórico se registró en otoño (mayo–junio), evidenciando un desplazamiento en la temporalidad reproductiva.

La información disponible para 2025 muestra una tendencia hacia niveles intermedios de densidad, con un máximo en enero (18.061 huevos/m²), seguido de un descenso progresivo hasta mayo (1.691 huevos/m²). Posteriormente, se observa una leve recuperación en julio (4.207 huevos/m²), septiembre (3.934 huevos/m²) y noviembre (5.863 huevos/m²). Este comportamiento podría reflejar una fase de ajuste posterior al máximo productivo, con la población manteniendo niveles de desove moderados, posiblemente en respuesta a condiciones térmicas inestables y a menores pulsos de surgencia.

En este contexto, 2025 muestra un patrón reproductivo moderado, con un pulso estival bien definido, mientras que marzo de 2026 evidencia un proceso débil del ciclo reproductivo. Continuidad de niveles bajos, enero: 4.043 y marzo: 4.459. Muy por debajo de 2024 y también menor que 2023. Sugiere: **fase de baja actividad reproductiva** posible inicio de ciclo desfavorable o recuperación lenta.

La serie evidencia un sistema altamente dinámico donde: 2024 representa un evento excepcional de alta reproducción, probablemente asociado a condiciones oceanográficas óptimas. 2025–2026 muestran una desaceleración clara, indicando un cambio en las condiciones ambientales. Existe una dependencia directa entre ambiente físico-biológico y éxito reproductivo de la anchoveta en el norte de Chile.

La serie de densidad de Est (+) de larvas, entre 2022 y 2025, evidencia una alta variabilidad mensual e interanual en la densidad promedio de larvas de anchoveta, reflejando fluctuaciones tanto en el éxito reproductivo como en las condiciones ambientales que determinan la supervivencia temprana de los estadios larvales.

Los datos de larvas de anchoveta, durante 2025, muestran un proceso moderado con una tendencia descendente hacia el invierno y la primavera, con valores moderados que oscilaron entre 403 y 409 larvas/m², alcanzando un mínimo en septiembre (340 larvas/m²) y registrando posteriormente un incremento en noviembre (717 larvas/m²).

Este patrón podría estar asociado a una reducción en el aporte de nutrientes o a condiciones térmicas inestables, las cuales tienden a disminuir la productividad primaria y afectar la supervivencia larval. En conjunto, los valores sugieren un ajuste de la población tras la elevada actividad reproductiva registrada en 2024.

En la tendencia reciente (2024–2026) se observa un año fuerte (2024), seguido de una fase de moderación (2025) y un inicio de 2026 con intensidad intermedia. La densidad promedio de estaciones positivas de larvas de anchoveta en la Zona Norte muestra una marcada variabilidad interanual, con predominio reciente de máximos primaverales durante 2023–2024 y una disminución en 2025. Enero de 2026 presenta una intensidad intermedia, sin señales de alta actividad reproductiva. En marzo 2026 **1.562 larvas (máximo de toda la serie).** Señales de posible evento puntual muy favorable aún no define tendencia anual**.**

La serie larval evidencia que existe una fuerte dependencia del ambiente oceanográfico. 2024 fue un año óptimo, con alta supervivencia larval. 2025 muestra deterioro, con menor continuidad y abundancia. 2026 inicia con alta variabilidad, destacando un pulso fuerte en marzo.

En conjunto, la dinámica larval confirma que el sistema anchovetero del norte de Chile es altamente sensible y oportunista, respondiendo rápidamente a cambios en productividad, temperatura y oxigenación**.** Las áreas de mayor abundancia de huevos por 10 m² se ubicaron a 3 y 5 millas náuticas frente a Mejillones, representando el 45% de los huevos. En Arica, la mayor presencia de huevos se registró a 3 y 5mn, aportando 55% de huevos.

Las larvas de anchoveta muestran una tendencia similar, las que se localizaron a 3 y 5 millas náuticas frente a Arica, representando el 44% de las larvas. En Mejillones, las mayores abundancias en 1 y 5mn, aportando el 56% de las larvas.

El análisis de los datos CIAM para la serie de marzo 2016 a marzo 2026, correspondiente a la abundancia de huevos en Arica, la serie presenta una **variabilidad interanual extrema**, característica de especies pelágicas pequeñas como la anchoveta, fuertemente controladas por la variabilidad ambiental del sistema de surgencia del norte de Chile.

Al clasificar los **marzos** según su intensidad, se identifican tres fases bien marcadas:

Fase 1: Baja a moderada productividad (2016–2017). Valores bajos Indican, actividad reproductiva limitada, condiciones ambientales poco favorables o en transición.

Fase 2: Alta variabilidad con eventos extremos (2018–2020), máximos altos: 2018: 67.351; 2020: 56.951. **Año intermedio bajo:** 2019: 4.344 sistema altamente inestable con alternancia entre condiciones favorables (alta productividad) y condiciones restrictivas.

Fase 3: Baja y posterior explosión reproductiva (2021–2024). Mínimos históricos: 2021: 1.226; 2022: 2.122. **Máximos históricos:** 2023: 114.592; 2024: **157.823 (máximo de toda la serie) recuperación explosiva del sistema** buenas condiciones: alta productividad, buena retención costera acoplamiento físico-biológico eficiente.

Fase 4: Descenso post-máximo (2025–2026), 2025: 62.858; 2026: 22.126. Disminución significativa tras el máximo de 2024. Posibles causas: relajación de condiciones favorables efecto denso-dependiente (post alta reproducción), cambios oceanográficos (posible transición ENSO).

La serie de huevos de anchoveta en marzo frente a Arica evidencia, un sistema altamente variable y episódico con eventos de reproducción explosiva (2023–2024) sin precedentes en la serie. Seguidos por una fase de declive (2025–2026), este comportamiento confirma que la dinámica reproductiva de la anchoveta en el norte de Chile está fuertemente modulada por la variabilidad oceanográfica interanual, especialmente asociada a cambios en productividad, temperatura y oxigenación.

La serie de marzo 2026 en Iquique, evidencia un sistema **altamente variable, intermitente y fuertemente controlado por forzantes ambientales**, con pulsos reproductivos intensos, pero poco frecuentes.

La serie de huevos de anchoveta en marzo frente a Iquique muestra, un sistema altamente episódico e inestable. Fuerte dependencia de condiciones oceanográficas locales eventos de desove intensos, pero poco frecuentes. Largos periodos de baja actividad reproductiva. El máximo de 2024 confirma que, bajo condiciones adecuadas, el sistema puede generar eventos reproductivos masivos, aunque estos no son persistentes en el tiempo.

La serie de Mejillones marzo 2026, muestra un comportamiento **menos extremo que Iquique y más moderado que Arica**, con una señal clara de **variabilidad interanual, pero con mayor continuidad reproductiva**.

La serie de huevos de anchoveta en marzo en Mejillones evidencia, un sistema estable y resiliente con variabilidad interanual moderada. Sin eventos de colapso reproductivo y con una fase reciente altamente favorable (2024–2026). En el contexto regional, Mejillones destaca como una zona clave de estabilidad reproductiva, en contraste con la alta variabilidad observada en Iquique y la fuerte amplitud en Arica.

La serie larval de **Arica** en marzo, refleja el **éxito reproductivo efectivo** (desove más eclosión más supervivencia temprana). A diferencia de los huevos, aquí se integran procesos biológicos y ambientales más complejos, por lo que la señal es más exigente ecológicamente.

La serie larval de anchoveta en marzo en Arica muestra, un sistema altamente sensible pero resiliente. Una baja puntual (2019), seguido de recuperación. Una fase reciente muy favorable (2023–2026) con alta supervivencia larval, evidencia de que el éxito reproductivo no depende solo del desove, sino del acoplamiento entre ambiente y etapas tempranas.

La serie larval de marzo para **Iquique** evidencia un sistema **altamente variable, intermitente y más restrictivo que Arica**, donde la supervivencia temprana está fuertemente condicionada por procesos físicos (advección, surgencia) y biológicos (alimento, oxígeno).

La serie larval de anchoveta en marzo en Iquique muestra un sistema altamente inestable y episódico con frecuentes fallas en la supervivencia larval y dependencia crítica de condiciones oceanográficas específicas. Eventos favorables aislados (2020 y 2024) que concentran gran parte del éxito reproductivo En comparación regional, Iquique representa una zona de alta variabilidad y riesgo ecológico, donde la supervivencia larval no está garantizada incluso cuando ocurre el desove.

La serie larval en marzo 2026 para **Mejillones** muestra un comportamiento **más estable**

que Iquique y comparable a Arica en términos de continuidad, pero con una **intensificación reciente marcada (2026)**. Refleja un sistema con **buena retención larval y resiliencia**, aunque igualmente sensible a perturbaciones ambientales.

La serie larval de anchoveta en marzo en Mejillones evidencia, un sistema estable y persistente, con baja frecuencia de colapsos. Una recuperación efectiva tras perturbaciones (2019). Una fase reciente altamente favorable, destacando el máximo histórico de 2026. Un fuerte rol de la retención costera y condiciones tróficas en la supervivencia larval. En el contexto regional, Mejillones se posiciona como una zona clave para la estabilidad del reclutamiento, complementando la alta productividad de Arica y la variabilidad de Iquique.

La serie de variación temporal de la intensidad de desove (oct 2014-mar 2026), muestra una tendencia ascendente entre 2022–2024 y una fase de declive en 2025, lo que sugiere un control ambiental interanual sobre la intensidad reproductiva de la anchoveta, posiblemente vinculado a fluctuaciones térmicas, disponibilidad de nutrientes y estabilidad de la columna de agua.

La serie indica que durante el período 2022–2023 se registró una baja densidad de desove acompañada de alta variabilidad oceanográfica, etapa que correspondió a un período posterior a condiciones frías y que culminó con el evento El Niño 2023.

En 2024, el sistema muestra una estabilización seguida de un aumento en la densidad de desove, bajo condiciones oceanográficas favorables, con una respuesta reproductiva significativa y señales iniciales de recuperación tras el intenso evento cálido previo.

Para 2025 se observa un descenso en la actividad reproductiva, asociado a un período de transición y cambios oceanográficos caracterizados por alta variabilidad, con alternancia entre condiciones neutrales y frías. El valor registrado en enero de 2026 se presenta como moderado en comparación con varios eneros anteriores.

Desde el punto de vista ecológico y poblacional, este valor indica desove activo en pleno verano, ocupación espacial temprana, presencia de biomasa reproductiva distribuida y condiciones ambientales neutrales.

Dado que enero no suele corresponder al máximo estructural del ciclo reproductivo (el cual generalmente ocurre en invierno-primavera), un valor elevado en este mes sugiere una prolongación del período reproductivo. En marzo se produce una **desaceleración,** 2025 valores moderados bajos y el 2026 inicio moderado. Lo cual Indica, posible transición hacia condiciones menos favorables.

En conjunto, la intensidad del desove de anchoveta está **fuertemente controlada por la variabilidad oceanográfica**, respondiendo rápidamente a cambios en productividad, temperatura y oxigenación.

Los resultados indican que la abundancia de huevos de anchoveta estimada para marzo de 2026, dentro de la serie analizada, muestra una variabilidad interanual muy marcada, típica de especies pelágicas pequeñas fuertemente influenciadas por condiciones oceanográficas. Se observa una **alta variabilidad**, con valores que oscilan entre: **mínimo:** 5.275 (2016) **máximo:** 285.311 (2024). No hay una tendencia lineal clara, sino más bien un patrón de **pulsos reproductivos**.

Identificación de periodos relevantes fase de baja abundancia **(2016–2019).** Posible asociación con condiciones menos favorables, menor productividad cambios térmicos o estratificación. **Primer pulso importante (2020)** aumento significativo a **119.779** probablemente vinculado a condiciones tipo **La Niña** o enfriamiento costero, mayor surgencia incremento de alimento (fitoplancton y zooplancton). **Nueva caída (2021–2022)** disminución fuerte nuevamente (<15.000). Indica alta sensibilidad del desove a cambios ambientales. **Segundo pulso fuerte (2023).** Esto sugiere condiciones excepcionalmente favorables, posible expansión del stock reproductivo alta supervivencia de adultos.

Descenso reciente (2025–2026). Se observa una **disminución sostenida post-máximo**.

Oceanográficamente el patrón observado es consistente con la dinámica del sistema de la **Corriente de Humboldt**, donde la reproducción de anchoveta responde a **Eventos ENSO: La Niña** donde favorece alta productividad más huevos. **El Niño** genera estratificación menos huevos. **Clorofila-a: Oxígeno disuelto y ZMO:** Cambios en la capa oxigenada superficial afectan áreas de desove.

Situación de marzo 2026. Valor: **49.049** comparación un 35% menor respecto a 2025 y 83% respecto al máximo (2024). Indica una **contracción del esfuerzo reproductivo**. Probablemente asociada a menor disponibilidad trófica condiciones térmicas menos favorables (posible influencia cálida residual tipo El Niño).

La serie refleja un sistema altamente dinámico con eventos episódicos de alta reproducción. El máximo en 2024 parece ser un evento excepcional, seguido de un ajuste hacia niveles más moderados. El valor de 2026, aunque menor, no es crítico, sino que se ubica dentro del rango medio de la serie.

Los resultados indican que la serie marzo presenta alta variabilidad interanual en las larvas, aunque menos extrema que la de huevos. A diferencia de los huevos, las larvas muestran una señal más integrada, ya que reflejan no solo desove, sino también éxito de eclosión y supervivencia temprana.

Situación de marzo 2026 máximo histórico: 15.623 larvas. A pesar de menor desove (huevos), hay alta supervivencia condiciones ambientales probablemente más estables. Esto sugiere ventana ecológica favorable, potencial buen reclutamiento futuro.

La serie de larvas evidencia que el sistema ha entrado en una fase reciente (2023–2026) de alta eficiencia reproductiva. 2026 destaca como un año clave donde, el sistema no maximiza producción (huevos), pero optimiza supervivencia larval**.**

El patrón estacional de la abundancia de huevos de anchoveta a lo largo de los años analizados muestra que los meses con mayor frecuencia de altos valores son julio, agosto, septiembre y octubre, lo cual coincide con el período de mayor actividad reproductiva de la anchoveta en el ecosistema costero del norte de Chile.

De enero a julio 2025, se observa un decrecimiento paulatino de la abundancia de huevos de anchoveta, en comparación con lo reportado en el primer semestre del año 2024 donde se observó abundancias importantes que superaron el rango habitual para ese periodo.

La serie evidencia la influencia de eventos El Niño y La Niña. Durante los años cálidos (como El Niño 2023), se observa una reducción en la abundancia de huevos en los meses clave de reproducción. Por el contrario, en años asociados a condiciones neutras o frías (La Niña) como en 2020-2021, la actividad reproductiva parece intensificarse.

El análisis de la abundancia de larvas de anchoveta entre 2015 y 2025 revela un patrón estacional bien definido, con máximos entre agosto y octubre, y mínimos entre diciembre y marzo. Sin embargo, esta estacionalidad se ha vuelto más difusa en los últimos años, con aumentos en meses inusuales, como enero y julio (2024 y 2025).

La variabilidad interanual es evidente y parece estar fuertemente influenciada por las condiciones oceanográficas regionales, como la intensidad de la surgencia costera, la disponibilidad de nutrientes y eventos climáticos globales (El Niño/La Niña). Años con condiciones favorables presentan altos niveles de abundancia larval, reflejando un entorno propicio para el reclutamiento.

Los valores más bajos de la serie, posiblemente ligados a una persistencia de anomalías térmicas positivas y menor disponibilidad trófica para el desove.

La disminución en la abundancia de huevos puede estar influenciada por diversos factores, entre ellos el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), que puede afectar la distribución espacial y la sincronía del desove. Asimismo, una reducción de la biomasa reproductiva (stock desovante) y una menor disponibilidad de alimento para los adultos —especialmente en años con baja concentración de clorofila-a— pueden contribuir a una menor intensidad reproductiva.

Si se analiza estadísticamente enero de 2026 en el contexto histórico (2015–2025), se observa que el promedio de enero es aproximadamente 238, con una mediana cercana a 148. El valor registrado en enero de 2026 (211) se sitúa por encima de la mediana y levemente por debajo del promedio —este último influenciado por los valores extremos de 2024–2025— y muy por encima de los años considerados débiles. En consecuencia, puede interpretarse como un mes que presentó actividad reproductiva.

La disminución observada en 2025 también se refleja en la baja abundancia de larvas, lo que sugiere una menor eficiencia reproductiva global y una posible reducción en el reclutamiento futuro.

En cuanto a marzo de 2026, **sistema en fase post-evento.** Luego del máximo 2024, el sistema entra en una fase de **ajuste o estabilización posible desacople con huevos** 2026: **disminuyen.** Larvas 2026 **aumentan**. Esto sugiere mejores condiciones de **supervivencia larval** más que un aumento del desove. El nivel moderado de abundancia indica, sistema **funcional y estable** sin señales de estrés extremo. La eficiencia larval observada sugiere, condiciones favorables de alimento retención costera oxigenación superficial

La abundancia de huevos de sardina española frente a Arica, Iquique y Mejillones durante el período 2015–2025 exhibe una **alta variabilidad interanual**, marcada por **pulsos reproductivos intensos en 2017, 2023 y 2024**, intercalados con años de **baja actividad**. Este patrón sugiere que la sardina española responde fuertemente a **fluctuaciones ambientales**, como la temperatura superficial del mar, la productividad primaria y la intensidad de la surgencia costera.

El **repunte observado en 2023 y 2024** podría indicar un retorno de condiciones oceanográficas favorables tras un período de baja reproducción entre 2018 y 2022. Sin embargo, la **disminución en 2025** y a marzo 2026 se mantiene esta disminución, pero pulsante.

En conjunto, los resultados reflejan el **carácter oportunista y altamente variable de la reproducción de la sardina española en el ecosistema de la corriente de Humboldt**, y subrayan la importancia de integrar estos indicadores tempranos en las estrategias de manejo y conservación del recurso.

La presencia de huevos de sardina española, indican que en 2026 el sistema se encuentra en una fase de actividad reproductiva intermedia, posterior a un periodo de alta intensidad, lo que podría representar una normalización del sistema más que una baja. **No obstante, se recomienda mantener un monitoreo continuo para evaluar la evolución de esta tendencia y su posible impacto en el reclutamiento futuro.**