



Boletín CEAZAMar JULIO 2026





Índice

» ¿QUÉ ES CEAZA? ¿QUÉ ES CEAZAMar?	03
» CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS	04
» RESUMEN	05
» MENSAJES DESTACADOS	06
» ESTRUCTURA DEL BOLETÍN	07
» DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y OCEANOGRÁFICAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	08
» Observaciones de la región Pacífico Sur Oriental	08
» Anomalía Mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)	08
» Condiciones Climáticas: Índices El-Niño Chileno (CEN) y El-Niño Este Pacífico (El-Niño EP)	09
» Nivel del Mar	10
» Velocidad y Dirección del Viento	12
» Temperatura Superficial del Mar (TSM)	14
» Clorofila superficial	16
» Observaciones locales	18
» Localización de las estaciones costeras en la Región de Coquimbo	18
» Punta de Choros	19
» Sistema Bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca	22
» Análisis de eventos anómalos del periodo	24
» Olas de Calor Marina en la región de Coquimbo: Verano 2025–2026	24
» Impacto por localidad costera	26
» PRONÓSTICO A CORTO PLAZO	27
» Temperatura Superficial del Mar (TSM), oleaje, mareas y viento	27
» INFOGRAFÍA	28
» GLOSARIO	29
» ANEXOS	33
» Parámetros e instrumentos de las estaciones de monitoreo costeras	33
» Procedencia de los datos analizados	34





» ¿QUÉ ES CEAZA?



El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), es un centro regional que promueve el desarrollo científico y tecnológico a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, y actividades productivas y no productivas de la Región de Coquimbo, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de acciones de generación y transferencia del conocimiento.

CEAZA tiene como misión generar y transferir conocimiento científico y tecnológico mediante la comprensión del efecto de las oscilaciones climáticas en el ciclo hidrológico y la productividad (natural y bajo cultivo) en ecosistemas terrestres y marinos, colaborando en la educación en ciencia y tecnología, y el desarrollo sostenible de territorios áridos.

» ¿QUÉ ES CEAZAMar?



CEAZAMar es una unidad de investigación y desarrollo de CEAZA creada el año 2021, destinada a implementar y mantener un sistema de observación y predicción de las condiciones oceanográficas y la salud del océano en la Región de Coquimbo.

CEAZAMar, a través de la transferencia de los resultados científicos y tecnológicos, busca generar un impacto en la competitividad de empresas locales (pesca, acuicultura, turismo, entre otros), en la planificación del territorio marítimo, y en general, en apoyar con evidencia científica la toma de decisiones de actores de los sectores público y privado.

CEAZAMar tiene como objetivos principales:

- ✓ Obtener información de variables oceanográficas relevantes a partir de estaciones oceanográficas y procesamiento de imágenes satelitales para monitorear la circulación oceánica y estudiar los procesos asociados a su variabilidad.
- ✓ Generar productos de modelos numéricos y estadísticos, incluyendo pronósticos a corto y mediano plazo.
- ✓ Ayudar a los usuarios del mar y las diferentes actividades productivas de la Región de Coquimbo en la toma de decisiones a partir del uso y aplicación de la información que provean las observaciones y proyecciones.
- ✓ Ser un instrumento público de apoyo a procesos de adaptación productiva y socio-ecológica ante escenarios de cambio climático de la Región de Coquimbo.

» Para saber más sobre CEAZAMar, ingresa a:

WWW.CEAZAMAR.CL





» CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS



El Boletín CEAZAMar es un producto del proyecto R20F0008 “Programa de Investigación para la Planificación de la Acción Climática” (CLAP), adjudicado en el año 2021 a CEAZA por el “Concurso de Fortalecimiento al Desarrollo Científico de Centros Regionales 2020” de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y del proyecto BIP 40075844-0 “Anticipando el Futuro Costero en la región de Coquimbo”, adjudicado en el año 2025 a CEAZA por el “Concurso Fondo Regional para La Productividad y el Desarrollo 2025 (FRPD 2025)” de el Gobierno Regional de Coquimbo.

El Boletín del CEAZAMar además cuenta con el patrocinio del Gobierno Regional de Coquimbo y el apoyo de la Universidad Católica del Norte (UCN), OSTIMAR S.A., el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), la Asociación de Industriales Pesqueros (AIP) y el Programa Transforma MASMAR.

CONTACTO:

✉ ceazamar@ceaza.cl

🖱 www.ceazamar.cl



Si usted o alguno de sus contactos desea recibir los próximos Boletines CEAZAMar en su correo electrónico, por favor, use el siguiente link <https://forms.gle/e8CNpyeevMYgmaKA7>.

Si desea desuscribirse y no recibir las futuras versiones del Boletín CEAZAMar en su correo electrónico, por favor, escriba a ceazamar@ceaza.cl

EQUIPO CEAZAMar

Coordinador general:

Orlando Astudillo

Monitoreo, análisis atmosféricos, oceanográficos y productivos:

Orlando Astudillo, Linda Barranco, José Luis Castro, David Carrasco, Josse Contreras, Boris Dewitte, Jorge Inostroza, Cristian Orrego, Marcelo Rivadeneira, José Rutllant.

Transferencia y Vinculación:

Pilar Molina

Gestión de prensa:

Marcela Zavala, Catalina Velasco

Divulgación:

Valentina Aliste, Paloma Núñez, José Luis Rojas

Diseño y diagramación:

Janina Guerrero

Diseño y mantención de plataforma web:

Carlo Guggiana y Pablo Salinas

Equipo directivo CEAZA:

Carlos Olavarría, Claudio Vásquez

Agradecimientos:

Proyectos Fondecyt 1231174, 1261140

Citar como:

Boletín CEAZAMar - julio (2026). Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (marzo - mayo 2026). 34 páginas. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.33098315>.





» RESUMEN



Durante el trimestre marzo–mayo de 2026, el Pacífico ecuatorial completó su transición desde condiciones ENOS neutrales hacia condiciones cálidas El Niño. Hacia el cierre del trimestre, el calentamiento superficial se concentraba en el Pacífico ecuatorial central y oriental, con las mayores anomalías en el extremo este, frente a Sudamérica; el índice Niño 3.4 alcanzó $+0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la región costera Niño 1+2 llegó a $+2.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a comienzos de junio. A escala de cuenca, este calentamiento se reflejó en el nivel del mar: tras una primera onda de Kelvin de hundimiento en enero, una segunda onda en marzo marcó el inicio del evento El Niño 2026 y mantuvo el nivel del mar por sobre los 15 cm frente a la Región de Coquimbo desde abril. Coherentemente, las perspectivas del Centro de Predicción Climática (NOAA) elevaron progresivamente la probabilidad de El Niño a lo largo del trimestre —de un 61% a un 82%— y, a la fecha de este boletín, el organismo declara que El Niño ya está en curso, con un índice Niño 3.4 de $+1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un 81% de probabilidad de alcanzar un evento muy fuerte hacia el trimestre octubre-diciembre de 2026. En marcado contraste con esta señal de gran escala, frente a la costa de Coquimbo predominaron condiciones frías.

La reactivación de la surgencia costera, característica de la transición hacia el otoño, generó anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) de $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ en marzo, abril y mayo, respectivamente. Este desacople entre un océano abierto que se calienta y una franja costera que se enfría fue el rasgo distintivo del trimestre, y quedó plasmado en un índice Chile-El Niño que evolucionó en sentido opuesto al índice El Niño del Pacífico Este.

La dinámica atmosférica estuvo dominada por vientos del sur favorables a la surgencia, con la marcada variabilidad sinóptica propia del otoño, alternando relajaciones asociadas a vaguadas costeras y sistemas frontales con pulsos de intensificación por reforzamiento del anticiclón. Los vientos favorables superaron el 85% del período en casi todas las localidades, con excepción de la bahía de Coquimbo (71%), y el evento más intenso se registró entre el 24 de abril y el 2 de mayo, con máximos cercanos a 15

m/s en La Cebada. Esta persistencia se tradujo en una surgencia inusualmente vigorosa para el otoño: el transporte acumulado alcanzó $46.6\text{ m}^3/\text{s}$ en Punta de Choros —prácticamente idéntico al verano previo y un 43% superior a 2025— y $42.3\text{ m}^3/\text{s}$ en Tongoy —un 68% superior a 2025 pese a la disminución estacional respecto del verano—. En consecuencia, la TSM mostró un enfriamiento progresivo con un gradiente latitudinal marcado, descendiendo desde $16.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Isla Chañaral hasta $14.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Los Vilos, con los mínimos del trimestre ($12\text{--}14\text{ }^{\circ}\text{C}$) en el sector sur entre fines de abril y mediados de mayo.

En términos de productividad biológica, la disminución estacional de la radiación con el avance del otoño redujo progresivamente la clorofila superficial, cuyos máximos quedaron confinados a la franja costera y, de forma persistente, al interior de las bahías de Coquimbo y Tongoy (con valores cercanos a 13 y $15\text{ mg}/\text{m}^3$ entre el 10 y el 13 de abril). A escala local, la boya de Tongoy registró un enfriamiento sostenido del agua, un bloom intenso de clorofila ($\sim 65\text{ mg}/\text{m}^3$) a fines de abril, seguido de un evento de hipoxia ($\sim 3\text{ mg}/\text{L}$, con una saturación cercana al 30 %) a comienzos de mayo, ambos sincronizados con los pulsos de surgencia activa; el registro oceanográfico se restringe a la primera mitad de mayo debido a la mantención anual de la plataforma.

Finalmente, el trimestre confirmó la extinción de la Ola de Calor Marina (OCM) que dominó el verano 2025–2026. Tras la reactivación de la surgencia, el evento se dispó hacia un episodio residual de menor magnitud ($1.66\text{--}2.52\text{ }^{\circ}\text{C}$, 27 días de duración, 11–22 % de cobertura) que cesó por completo tras abril, con reducciones de la duración mediana de entre 66 % y 91 % respecto del trimestre anterior y ausencia total de OCM entre la bahía de Coquimbo y Pichidangui. En conjunto, marzo–mayo se consolidó como un período de costa fría y productiva, desacoplada de un Pacífico ecuatorial en pleno desarrollo de El Niño, un contraste que instala la vigilancia sobre la evolución de las condiciones costeras a medida que el evento de gran escala se intensifique durante el otoño e invierno.



» MENSAJES DESTACADOS



1 Durante marzo–mayo de 2026, el Pacífico ecuatorial completó su transición desde condiciones ENOS neutrales hacia el umbral de El Niño, con el índice Niño 3.4 pasando de $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un calentamiento aún más marcado frente a Sudamérica (Niño 1+2). A la fecha de este boletín, NOAA declara que El Niño ya está en curso (Niño 3.4 de $+1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$; Niño 1+2 de $+2.7\text{ }^{\circ}\text{C}$), con un 81 % de probabilidad de alcanzar un evento muy fuerte hacia octubre-diciembre.

2 Contrario a esta señal de gran escala, frente a la Región de Coquimbo predominaron anomalías negativas de la TSM (-0.4 , -1.4 y $-0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ en marzo, abril y mayo), producto de la reactivación de la surgencia costera. Este desacople entre un océano abierto que se calienta y una costa que se enfría fue el rasgo distintivo del trimestre, y se reflejó en un índice Chile - El Niño que evolucionó en sentido opuesto al índice El Niño del Pacífico Este.

3 Los vientos del sur favorables a la surgencia dominaron el período (sobre 85 % del tiempo en casi todas las localidades; 71% en la bahía de Coquimbo), con el evento más intenso entre el 24 de abril y el 2 de mayo. Esto generó una surgencia inusualmente vigorosa para el otoño: el transporte acumulado alcanzó $46.6\text{ m}^3/\text{s}$ en Punta de Choros y $42.3\text{ m}^3/\text{s}$ en Tongoy, valores 43% y 68% superiores, respectivamente, a los registrados en el mismo período de 2025.

4 La TSM mostró un enfriamiento progresivo, con un marcado gradiente latitudinal de $16.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Isla Chañaral a $14.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Los Vilos. Los mínimos del trimestre ($12\text{--}14\text{ }^{\circ}\text{C}$) se concentraron en el sector sur entre fines de abril y mediados de mayo, en coincidencia con el fortalecimiento del viento sur.

5 La clorofila superficial disminuyó con el avance del otoño por la menor radiación, quedando confinada a la franja costera y al interior de las bahías de Coquimbo y Tongoy. A escala local, la boya de Tongoy registró un bloom intenso ($\sim 65\text{ mg}/\text{m}^3$) a fines de abril y un evento de hipoxia ($\sim 3\text{ mg}/\text{L}$) a comienzos de mayo, ambos sincronizados con los pulsos de surgencia activa.

6 El trimestre confirmó la extinción de la Ola de Calor Marina del verano 2025–2026: tras un episodio residual que cesó luego de abril, la duración mediana por localidad se redujo entre 66 % y 91 % respecto del verano, sin registrarse OCM entre la bahía de Coquimbo y Pichidangui, en concordancia con la reactivación de la surgencia costera.



» ESTRUCTURA DEL BOLETÍN



El Boletín CEAZAMar surge del quehacer científico desarrollado en el borde costero y del océano de la Región de Coquimbo por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Este boletín busca constituirse como una herramienta de orientación y consulta para las múltiples actividades productivas y no productivas que tienen lugar en las costas de la Región de Coquimbo.

Para tal efecto, el Boletín provee información de variables del sistema atmosférico y oceanográfico que resultan clave para la planificación de las actividades en el mar, con el fin de mejorar la toma de decisiones de los usuarios, y aportar a la capacidad adaptativa de las comunidades costeras frente a la variabilidad ambiental y climática.

A través de información satelital y de equipos de monitoreo desplegados a lo largo de la costa de la Región de Coquimbo, este Boletín provee información relativa al viento, temperatura superficial del mar (TSM), productividad

biológica marina, entre otras, las cuales se relacionan con el estado del mar y la ocurrencia de surgencia costera (viento), productividad (concentración de clorofila) y presencia o ausencia de distintas facetas de El Niño.

Este análisis atmosférico y oceanográfico trata de representar la heterogeneidad espacial y temporal de las condiciones hidrográficas costeras que alberga la Región de Coquimbo. Esto a través del uso de mapas y series de tiempo y análisis trimestrales de dichas variables ambientales, para múltiples localidades de la región, tales como Isla Chañaral, Punta de Choros, bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, Punta Lengua de Vaca, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

Finalmente, se vincula el diagnóstico de las condiciones atmosféricas y oceanográficas de la Región de Coquimbo con los indicadores de productividad acuícola disponibles para el periodo de interés.



» DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y OCEANOGRÁFICAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

Observaciones de la región Pacífico suroriental

Anomalia mensual de la temperatura superficial del mar (TSM)

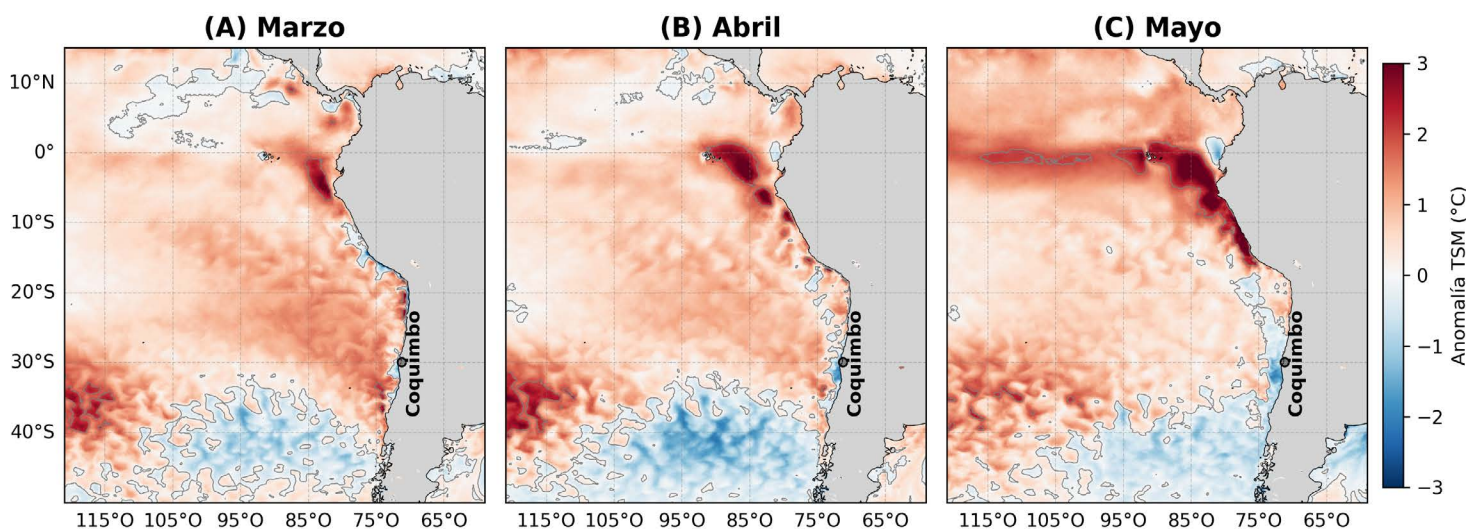


Figura 1. Anomalia mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) de (A) Marzo de 2026, (B) Abril de 2026 y, (C) Mayo de 2026 para la costa occidental de Sudamérica. Las anomalías de TSM se calcularon respecto al periodo 2007-2022. Los colores rojos en el mapa indican zonas en las que la TSM mostró valores por encima del promedio histórico de ese mes, mientras que los colores azules señalan valores de TSM por debajo del promedio histórico de ese mes. Los contornos en gris indican las regiones en las que la anomalía de TSM es igual a cero (valores similares al promedio histórico de 2007-2022). Se muestra con un círculo negro la localidad de Coquimbo.

Durante el trimestre marzo-mayo de 2026, la temperatura superficial del mar (TSM) presentó anomalías mayormente positivas en el Pacífico ecuatorial oriental y frente a la costa norte de Sudamérica, con una intensificación progresiva del calentamiento costero entre marzo y mayo (ver Figuras 1A-C). En marzo, las anomalías cálidas se concentraron principalmente frente a Ecuador y el norte de Perú, alcanzando valores cercanos a +2 °C, mientras que en gran parte del Pacífico suroriental predominaron anomalías débiles a moderadamente positivas (ver Figura 1A).

Durante abril, el calentamiento ecuatorial costero se intensificó y se extendió hacia el oeste desde la costa de Sudamérica, manteniéndose además condiciones mayormente cálidas frente al norte y centro de Chile (ver Figura 1B). En mayo, el patrón cálido se reforzó notablemente en la franja ecuatorial y a lo largo de la costa de Perú, con anomalías superiores a +2 °C y sectores cercanos a +3 °C, mientras que frente a Chile centro-norte las anomalías fueron más débiles, con condiciones

cercanas a lo normal o levemente frías cerca de la costa de la Región de Coquimbo (ver Figura 1C). Este comportamiento fue consistente con una evolución progresiva hacia condiciones cálidas en el Pacífico ecuatorial. Los promedios trimestrales del índice Niño 3.4 pasaron de -0.1 °C en Enero-Febrero-Marzo, luego a +0,1 °C en Febrero-Marzo-Abril y finalmente a +0,5 °C en Marzo-Abril-Mayo, mostrando una transición de las condiciones neutrales de los últimos trimestres hacia el umbral cálido.

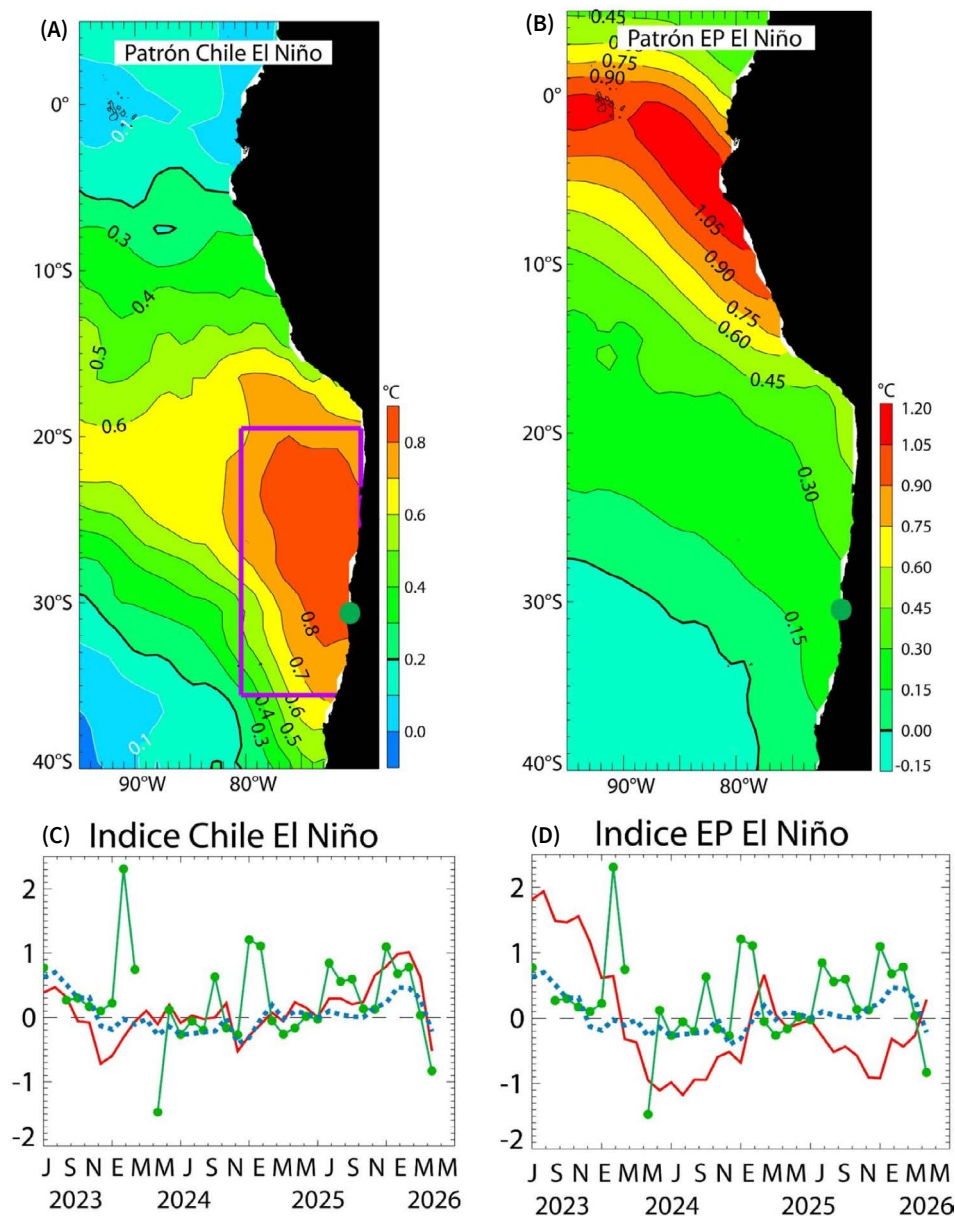
En este contexto, el calentamiento progresivo observado en la Figura 1 puede interpretarse como parte de una fase de preparación del Pacífico ecuatorial hacia condiciones cálidas El Niño, con una señal particularmente marcada en el Pacífico ecuatorial central y oriental frente a Ecuador-Perú. Contrario a lo observado a gran escala, localmente frente a las costas de Coquimbo, las anomalías del trimestre fueron negativas producto de la reactivación de la actividad de la surgencia costera, con valores de -0.4°C, -1.4°C y -0.9°C para los meses de marzo, abril y mayo, respectivamente.



Condiciones climáticas: Índices Chile El Niño (CEN) y El Niño Pacífico Este (El Niño EP)

Figura 2. Patrones e índices climáticos para la Región de Coquimbo. (A) Patrón del modo climático Chile El Niño (CEN). Los colores y contornos indican anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (B) Patrón del modo climático El Niño del Pacífico Este (EP). Los colores y contornos indican anomalías de la TSM en °C. (C) Comparación de la evolución del índice Chile El Niño (CEN; rojo), con las anomalías de la TSM en Tongoy obtenidas a partir de observaciones (verde) y de la solución de un modelo estadístico (azul punteado) entre julio de 2023 y mayo de 2026. El modelo estadístico se basa en una regresión multilineal para las anomalías de TSM en Tongoy, utilizando como predictores los dos índices climáticos (CEN y EP). (D) Comparación de la evolución del índice El Niño del Pacífico Este (en rojo) con las anomalías de la TSM en Tongoy para las observaciones (verde) y la solución de un modelo estadístico (azul) entre julio de 2023 y mayo de 2026. Las anomalías de la TSM fueron calculadas usando como referencia el período comprendido entre 1960 y 2019.

Los distintos modos climáticos presentes en el Pacífico sudeste (ver Figura 2A y 2B) condicionan las características de la circulación costera y, por ende, el ambiente a gran escala a lo largo de la costa de la zona central de Chile. En el Pacífico ecuatorial central, desde enero de 2024 se ha observado una evolución hacia condiciones frías. En este contexto, el índice Chile El Niño (CEN) se ha mantenido con valores débiles desde este cambio en las condiciones oceánicas (ver Figura 2C y 2D). A escala de la bahía de Tongoy, desde 2025 se registraron tres eventos cálidos: uno en febrero, otro en agosto de 2025 y recientemente el tercero que se inició en diciembre de 2025 y se extendió hasta enero-febrero de 2026. Este último ha mostrado una evolución similar a la del índice El Niño Chile, indicando que se relaciona con condiciones cálidas a escala regional (ver también Figura 1). Desde marzo de 2026, estas condiciones cálidas locales han disminuido progresivamente, dando lugar a anomalías negativas en mayo de 2026. El índice Chile El Niño ha evolucionado en sentido opuesto al índice EP, cuya evolución se encuentra influenciada por el desarrollo de condiciones El Niño a escala de cuenca.



EL NIÑO: Es un fenómeno climático que se desarrolla en el océano Pacífico tropical. Está asociado a un debilitamiento de los vientos alisios, lo cual produce ondas oceánicas de hundimiento que se propagan a lo largo del ecuador hacia el este y que profundizan la termoclina, produciendo un calentamiento. La ubicación de la zona a lo largo del ecuador en la que aumenta la temperatura de la superficie del mar (TSM), define si estos eventos se llaman El Niño del Pacífico Central o El Niño del Pacífico Este. Los El Niño del Pacífico Este son los más intensos y los que más influyen la costa de Chile. Estos eventos en general son seguidos por una fase fría (La Niña), lo que resulta en una oscilación conocida por el nombre de El Niño Oscilación del Sur (ENOS). Eventos de calentamiento a escala más regional han sido también llamados “eventos El Niño”, como los que ocurren a lo largo de Perú (El Niño costero) o de Chile (Chile El Niño). Estos eventos son más breves y se relacionan con procesos locales de interacción océano-atmósfera.

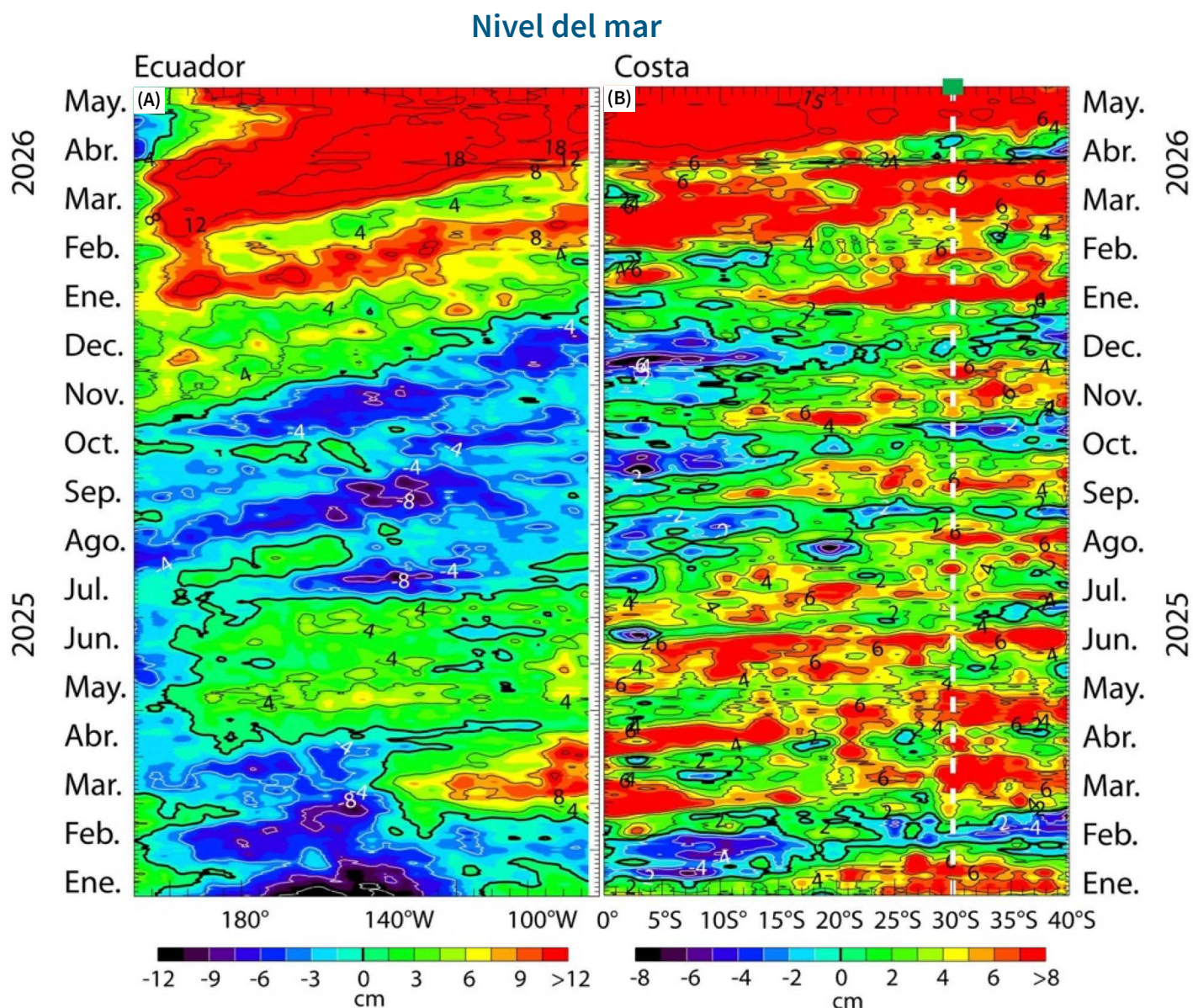


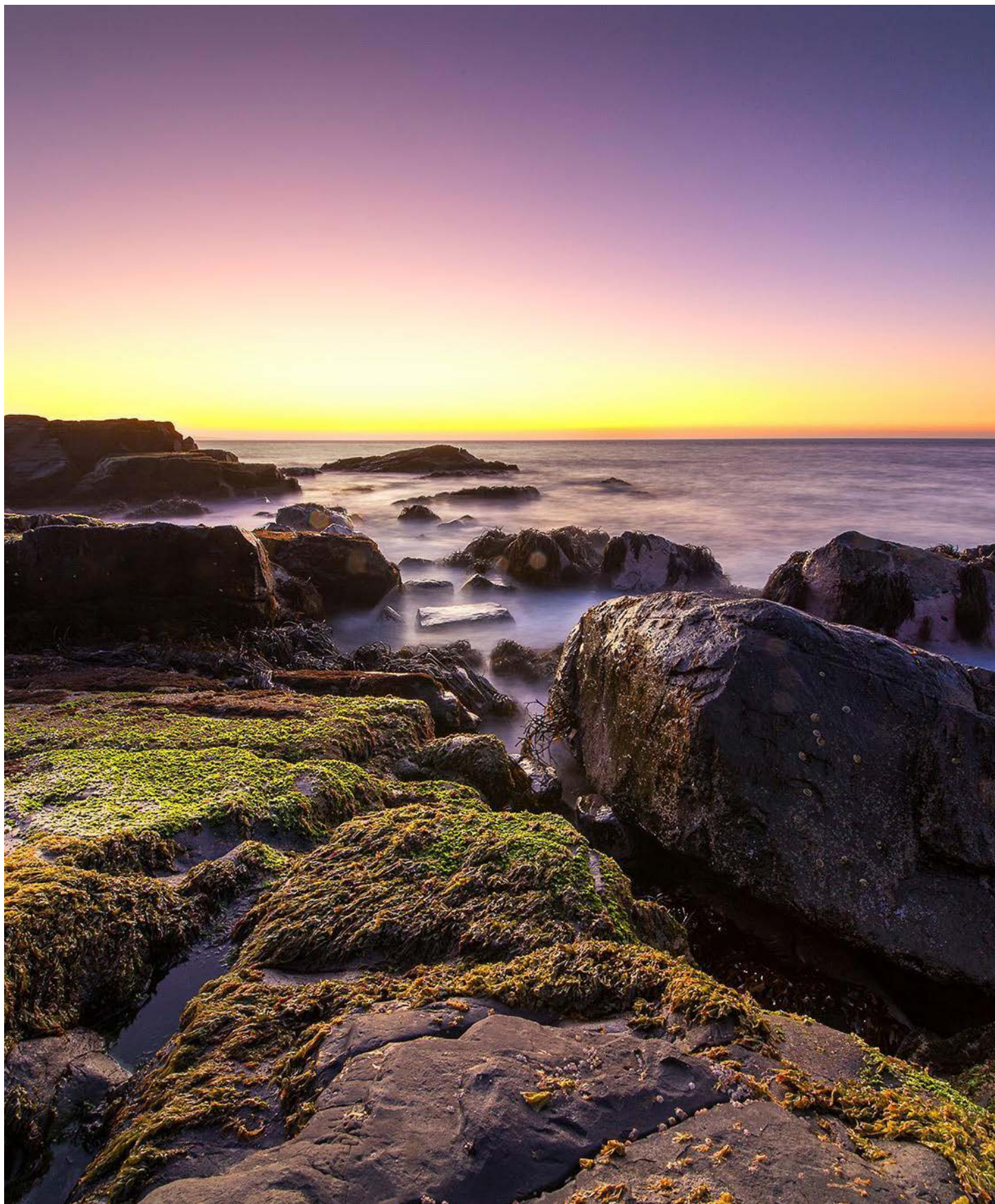
Figura 3: Evolución de las anomalías del nivel del mar a lo largo (A) del ecuador y (B) de la costa para el período comprendido entre el 1 de enero de 2025 y el 31 de mayo de 2026. Los cambios en el nivel del mar se muestran en centímetros (cm).

Durante 2025, se observó una desconexión entre las condiciones ecuatoriales y la variabilidad costera a lo largo de Chile (ver Figura 3A y B), asociada en parte a la baja amplitud de las ondas de Kelvin y a la persistencia de condiciones frías (por ejemplo, condiciones tipo La Niña). A la latitud de Coquimbo, el nivel del mar experimentó aumentos sucesivos de corta duración, más pronunciados entre marzo y julio de 2025, cuando las condiciones ecuatoriales evolucionaron hacia un estado neutro a cálido (ver Figura 3B).

En el resto de ese año se observa un retorno a condiciones neutras, a pesar de la persistencia de condiciones frías en el Pacífico ecuatorial. Sin embargo, a partir de enero de 2026

se produce un cambio notable tanto en las condiciones ecuatoriales como en las costeras.

En enero de 2026 se generó una onda de Kelvin de hundimiento de la termoclina que alcanzó la costa, provocando un aumento significativo del nivel del mar. Posteriormente, en marzo de 2026, se desarrolló una segunda onda de Kelvin ecuatorial, la cual marcó el inicio del evento El Niño 2026. Ambas ondas se propagaron a lo largo de las costas de Perú y Chile, generando elevaciones del nivel del mar superiores a 10 cm. Desde abril, el nivel del mar se ha mantenido muy elevado (superior a 15 cm) frente a la Región de Coquimbo, reflejando el desarrollo y consolidación del evento El Niño 2026.





Velocidad y dirección del viento

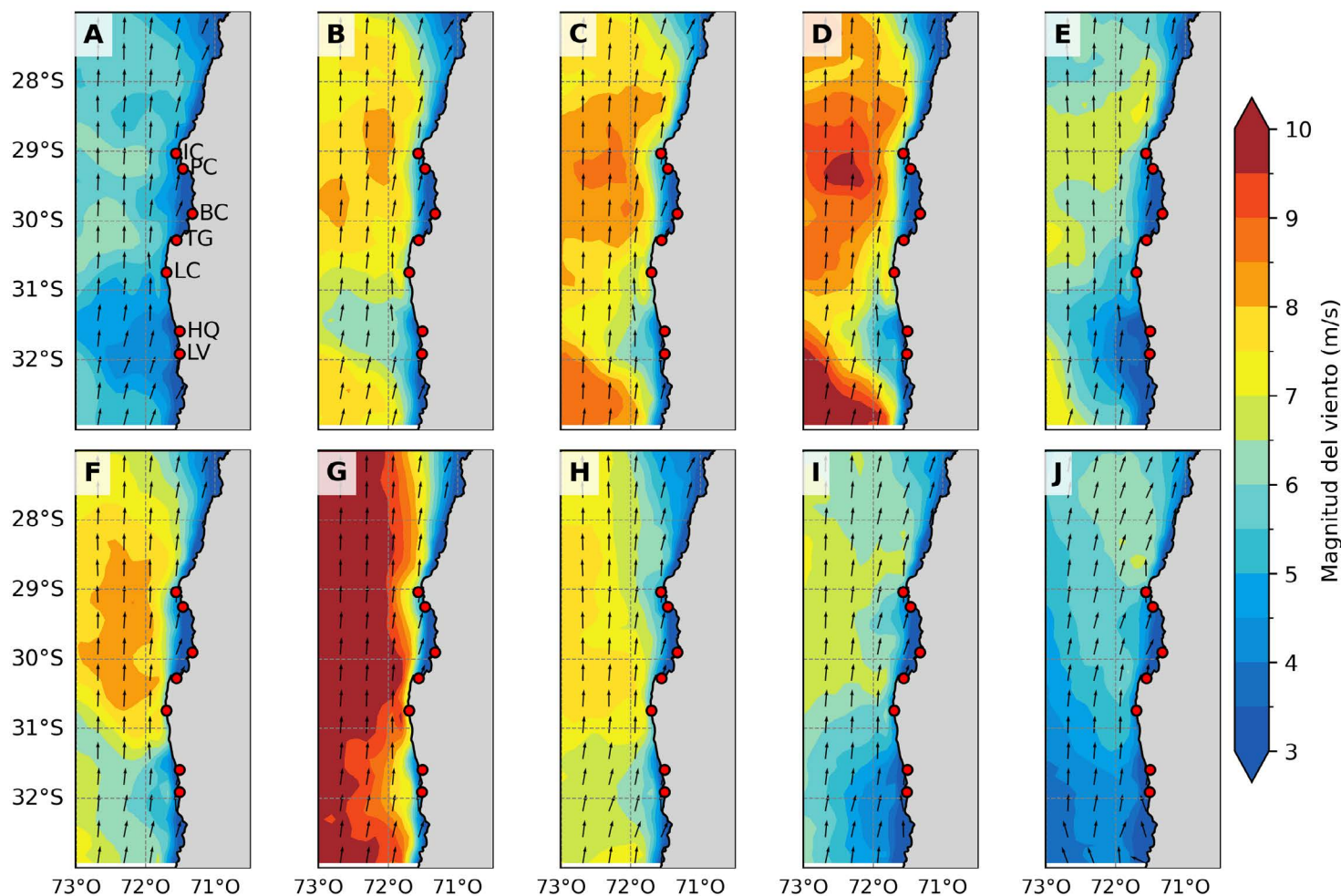


Figura 4. Promedio de la velocidad (m/s) y dirección del viento, estimadas mediante observaciones satelitales a 10 metros sobre el nivel del mar frente a la Región de Coquimbo, entre el 1 de marzo y el 31 de mayo. Cada imagen muestra el promedio de ambas variables para períodos consecutivos de 9 días, excepto el último, que comprende 11 días: (A) 1 al 9 de marzo, (B) 10 al 18 de marzo, (C) 19 al 27 de marzo, (D) 28 de marzo al 5 de abril, (E) 6 al 14 de abril, (F) 15 al 23 de abril, (G) 24 de abril al 2 de mayo, (H) 3 al 11 de mayo, (I) 12 al 20 de mayo y (J) 21 al 29 de mayo. Los puntos rojos indican las localidades de Isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huentelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

Durante el período comprendido entre marzo y mayo de 2026, los vientos frente a la Región de Coquimbo mantuvieron una dirección predominante desde el sur, con variaciones importantes en su intensidad a escala intraestacional. Entre el 1 y el 9 de marzo (ver Figura 4A), se observan magnitudes débiles, por debajo de los 5 m/s en la región oceánica y en promedio menores a 4 m/s en la franja costera. Posteriormente, entre el 10 de marzo y el 5 de abril (ver Figura 4B-D), la magnitud del viento se intensifica, con mayores magnitudes en la zona oceánica y a lo largo de la costa de la región de Coquimbo.

La magnitud del régimen de viento en este periodo aumentó progresivamente, desde valores cercanos a 7–8 m/s al inicio del período hasta alcanzar entre 9 y 10 m/s hacia finales de este. Entre el 6 y el 23 de abril (ver Figura 4E-F), las velocidades

disminuyeron temporalmente y posteriormente se recuperaron, con magnitudes variando de 5 a 7 m/s mar adentro y entre 3.5 a 5 m/s en sectores costeros, particularmente al sur de Punta Lengua de Vaca. Las condiciones más intensas de todo el trimestre se presentaron entre el 24 de abril y el 2 de mayo (ver Figura 4G), cuando los vientos superaron los 10 m/s en prácticamente toda la región alcanzando promedio de 6 m/s a lo largo de la costa. Posterior a este evento, durante mayo se observó una disminución progresiva de la velocidad del viento, desde valores de 6.5–7 m/s mar adentro entre el 3 y el 11 de mayo (ver Figura 4H), hasta magnitudes de 4–6 m/s hacia finales del mes (ver Figura 4I-J) con magnitudes disminuyendo desde 4.5 a 3.5 m/s durante estos tres subperíodos en gran parte de la franja costera.

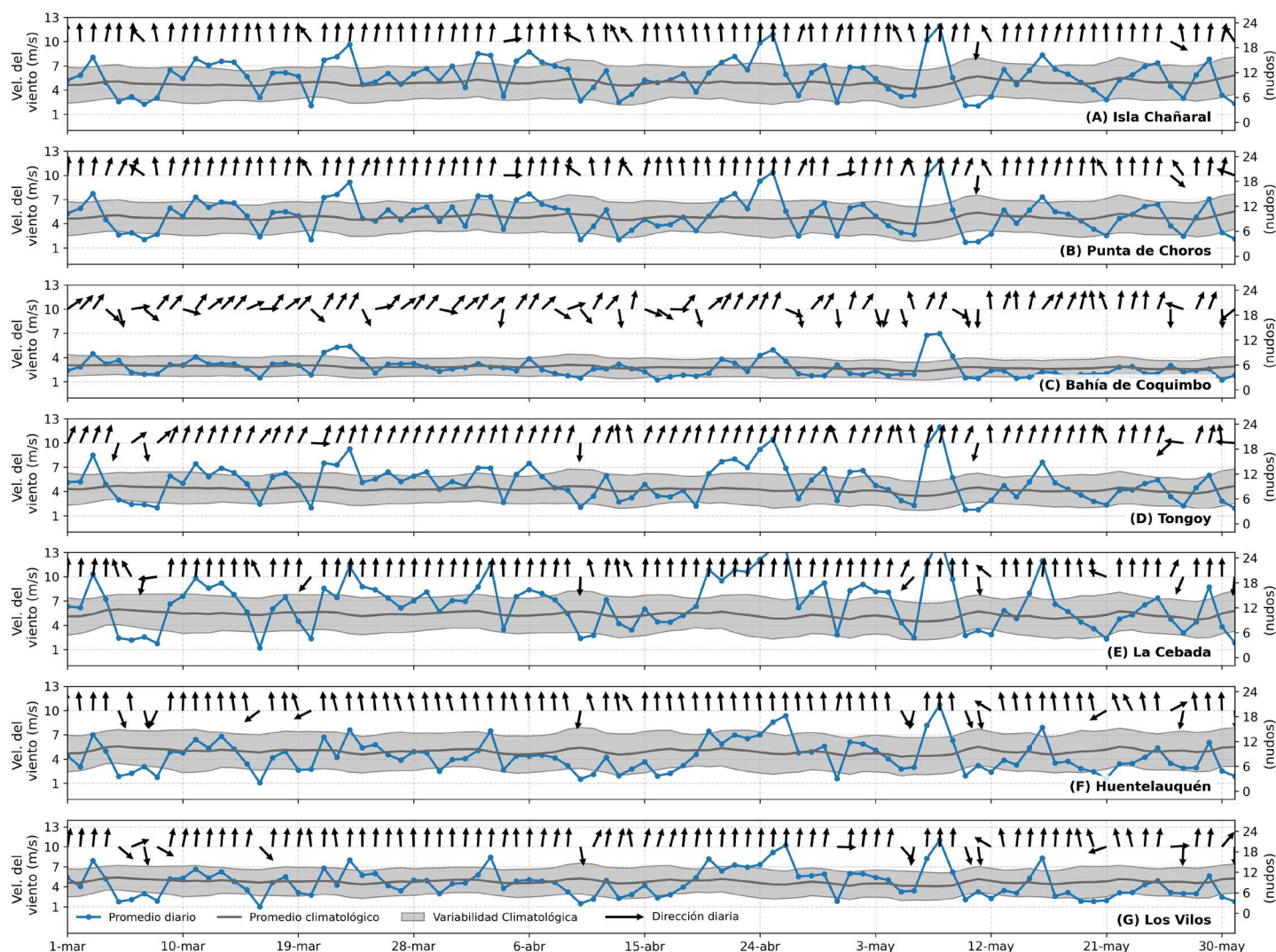


Figura 5. Series temporales de la velocidad (curva azul) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos, entre el 1 de marzo y el 31 de mayo de 2026. Se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva gris oscura) y su desviación estándar (sombreado gris) respecto al período histórico comprendido entre 2008 y 2022.

Durante el trimestre marzo–mayo de 2026, el viento en las localidades costeras mantuvo una dirección predominante del sur, favorable a la surgencia, con una marcada variabilidad sinóptica propia del otoño que alternó relajaciones —ligadas a vaguadas costeras y sistemas de baja presión— con pulsos de intensificación por reforzamiento del anticiclón (Figura 5). La intensidad varió fuertemente entre estaciones: La Cebada e Isla Chañaral fueron las más ventosas (6.3 y 5.7 m/s respectivamente, en promedio), mientras que la bahía de Coquimbo se mantuvo al margen, con apenas 2.1 m/s.

Las relajaciones se concentraron en marzo, entre el 5 y el 9 y en torno al 16, cuando el viento cayó en toda la región —con mayor efecto en las estaciones del sur (Figura 5E–G), donde descendió de 7–10 m/s a 2–3 m/s— acompañado de cambios temporales de dirección. Los pulsos de intensificación, en cambio, se dieron entre el 22 y el 24 de marzo y entre el 20 y el

26 de abril, con vientos del sur sobre el rango climatológico en las estaciones del norte y centro.

El evento más intenso se registró entre el 24 de abril y el 2 de mayo, con los máximos del trimestre: cerca de 15 m/s en La Cebada, sobre 11–12 m/s en Isla Chañaral, Tongoy y Punta de Choros, y cercanos a 10 m/s en Huentelauquén y Los Vilos. Le siguió un pico diario entre el 7 y el 9 de mayo, tras el cual una vaguada provocó una caída abrupta y una reversión de la dirección en todas las localidades; hacia el 24–26 de mayo, un sistema frontal hacia Chile central volvió a debilitar y rotar el viento. Los vientos favorables a la surgencia (componentes SE, S y SO) dominaron en prácticamente todas las localidades costeras, con frecuencias sobre el 85%. Solamente Bahía de Coquimbo registró un cambio direccional respecto al verano con solo un 71% del periodo con viento favorable a la surgencia y un aumento en la dirección oeste 11% y norte 12%.



Temperatura superficial del mar (TSM)

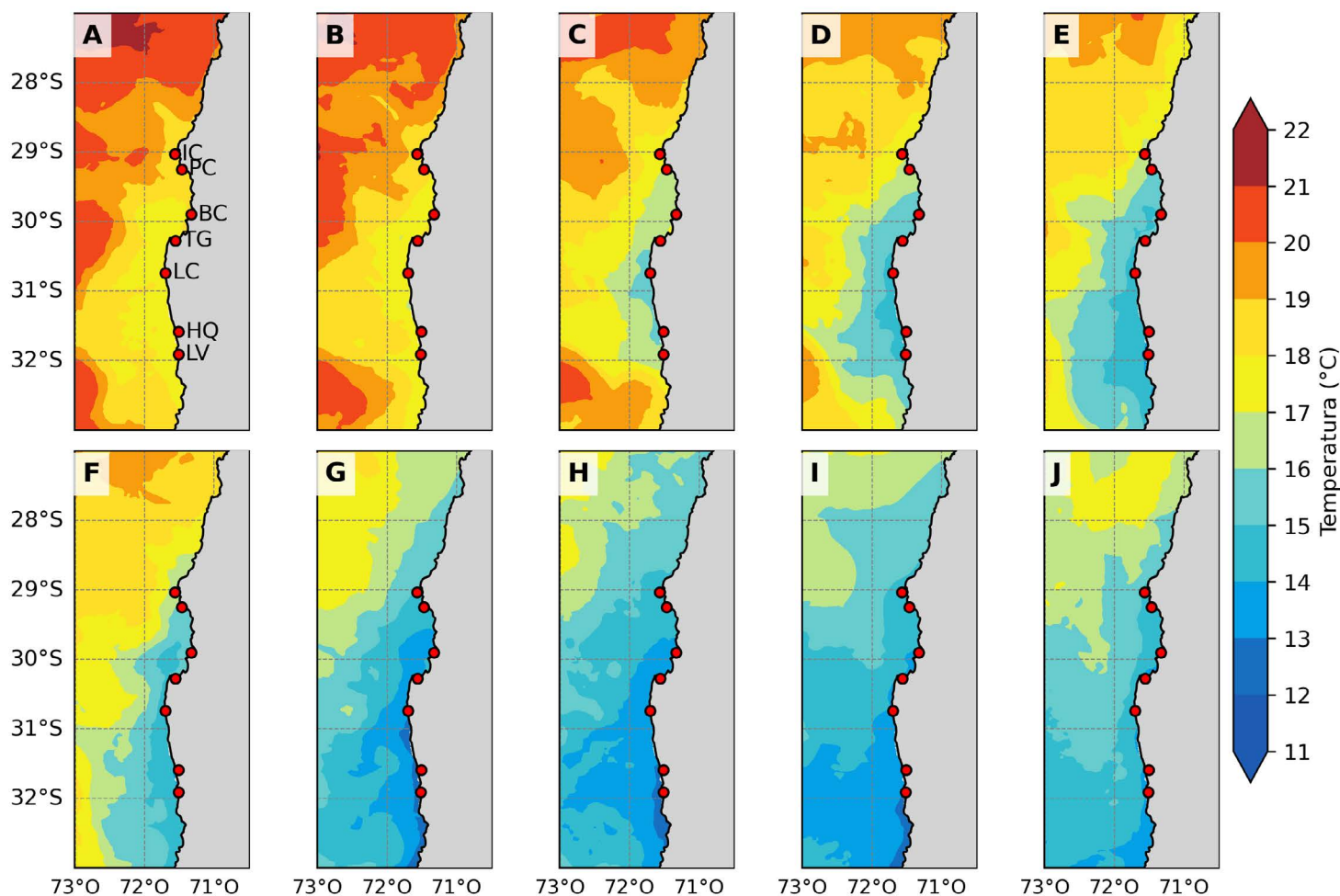


Figura 6. Temperatura superficial del mar (TSM) (°C) estimada a través de observaciones satelitales de la superficie oceánica frente a la Región de Coquimbo desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2026. Cada imagen muestra el promedio de la TSM para un período de 9 días. (A) 1 al 9 de marzo, (B) 10 al 18 de marzo, (C) 19 al 27 de marzo, (D) 28 de marzo al 5 de abril, (E) 6 al 14 de abril, (F) 15 al 23 de abril, (G) 24 de abril al 2 de mayo, (H) 3 al 11 de mayo, (I) 12 al 20 de mayo y (J) 21 al 29 de mayo. Se indican con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huentelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

Durante el trimestre marzo–mayo de 2026, la temperatura superficial del mar (TSM) mostró un enfriamiento estacional progresivo frente a la Región de Coquimbo, presentando un claro gradiente latitudinal —con aguas más cálidas hacia el norte y más frías hacia el sur (Figura 6). En marzo (Figura 6A–C), las mayores temperaturas se concentraron en el sector norte y mar adentro (19–20 °C), mientras que hacia la costa y el sur predominaron valores de 17–19 °C.

Hacia fines de marzo e inicios de abril (Figura 6D) se desarrolló una franja de aguas más frías junto a la costa, especialmente desde bahía de Coquimbo hacia el sur, con valores de 15–16 °C que contrastaba con las aguas aún cálidas en el océano abierto.

Durante abril el enfriamiento costero se intensificó y se extendió progresivamente hacia la región oceánica (Figura 6E–G), de forma más marcada frente a Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos, en coincidencia con el fortalecimiento del viento sur favorable a la surgencia. Las menores temperaturas del trimestre se registraron entre fines de abril y la primera mitad de mayo (Figura 6G–I), con 12–14 °C en el sector sur y 14–16 °C en el central. Hacia fines de mayo (Figura 6J) se observó un leve repunte generalizado de la TSM, más notorio en el sector norte y mar adentro —consistente con la relajación de los vientos favorables a la surgencia (Figura 4J)—, consolidando el extremo sur como el sector más frío de la región.

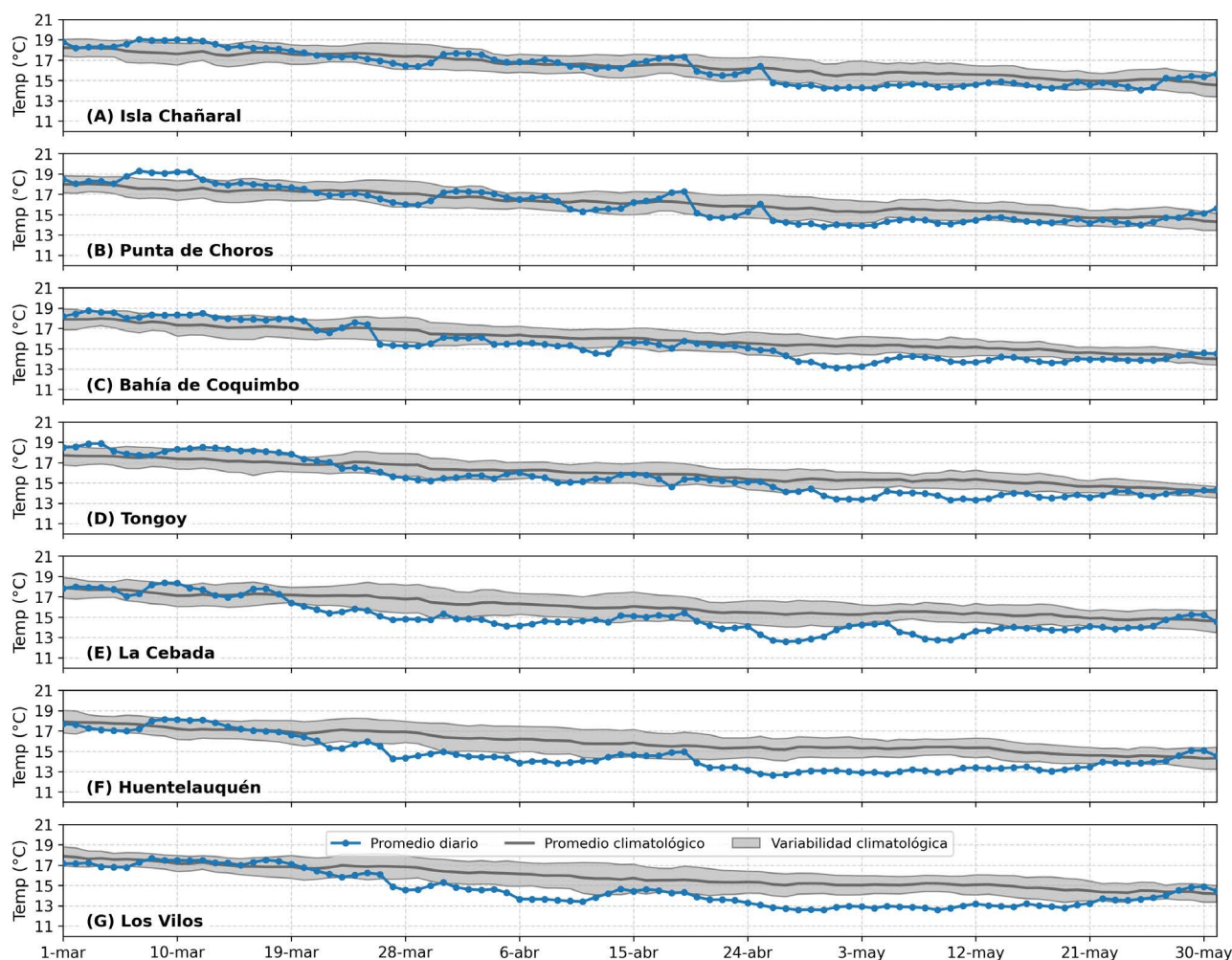


Figura 7. Series diarias de la temperatura superficial del mar (TSM) (°C) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, (D) bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2026 (curva azul punteada). Se incluye el promedio diario histórico de TSM (curva gris oscura) y desviación estándar (sombreado gris) calculados entre 2003 y 2022.

Durante marzo–mayo de 2026, la TSM presentó una tendencia general al enfriamiento en todas las localidades costeras, con un gradiente latitudinal marcado: el promedio trimestral descendió desde 16.4 °C en Isla Chañaral hasta 14.6 °C en Los Vilos (Figura 7).

A comienzos de marzo, las temperaturas promedio fluctuaron entre 17 y 19 °C, cercanas o levemente por sobre el promedio climatológico, especialmente en Isla Chañaral y Punta de Choros. Hacia fines de marzo se produjo un descenso más marcado desde bahía de Coquimbo hacia el sur, coincidente con el fortalecimiento del viento sur del 22 al 24 de marzo.

Durante abril la TSM continuó disminuyendo y se situó bajo el promedio climatológico en la mayoría de las estaciones,

de forma más evidente desde La Cebada hacia el sur (Figura 7E–G), con valores en torno a 13–14 °C.

Una nueva caída, posterior al pulso de viento del 20 al 26 de abril, llevó a las temperaturas más bajas del trimestre entre fines de abril y comienzos de mayo, cercanas a 13 °C desde La Cebada hacia el sur. Tras estos eventos, las bajas temperaturas persistieron en toda la región, con las anomalías frías más pronunciadas en los sectores central y sur.

Hacia fines de mayo se observó una recuperación leve y generalizada de la TSM, probablemente asociada a la relajación de los vientos favorables a la surgencia.



Clorofila superficial

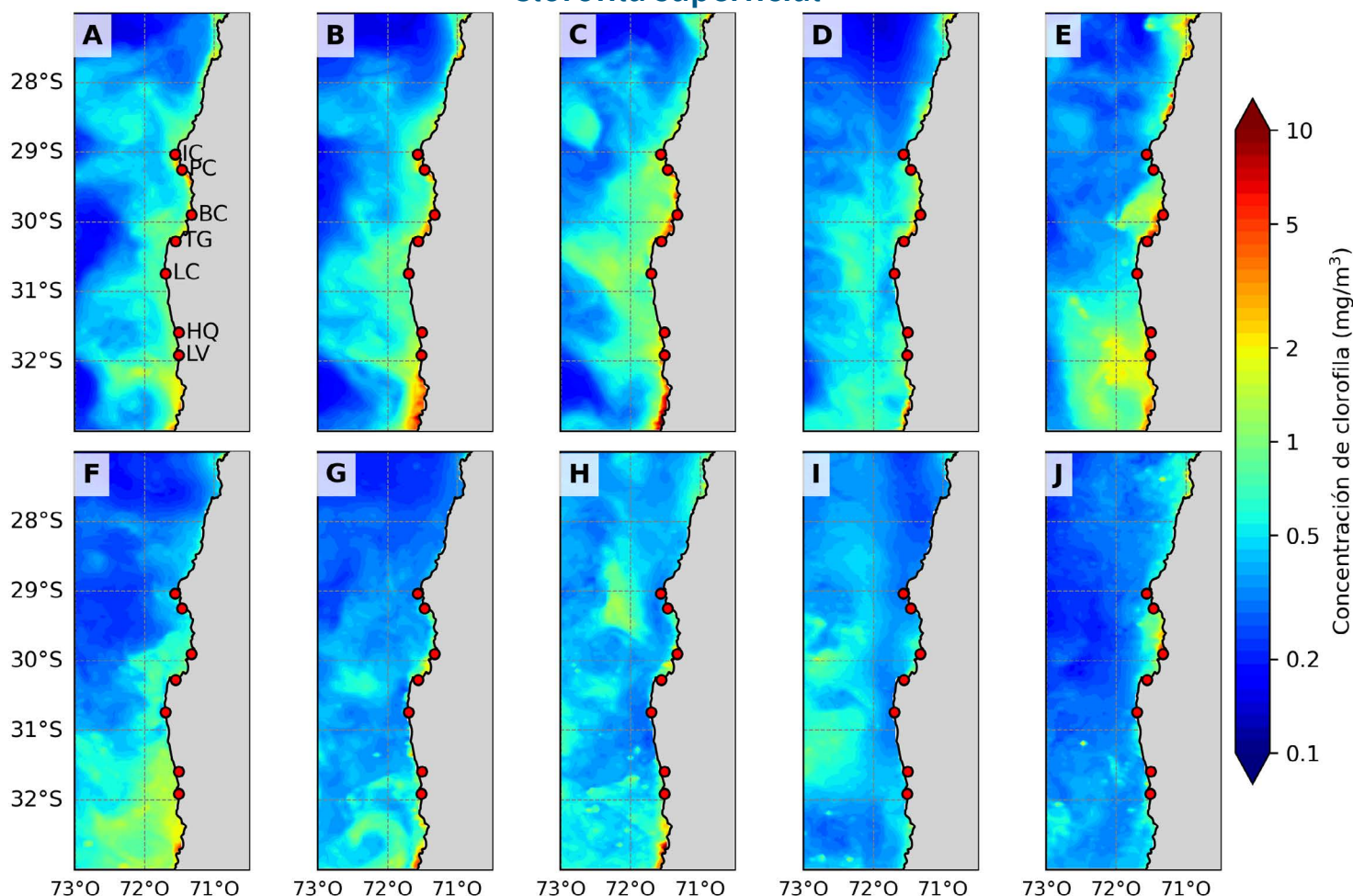


Figura 8. Concentración de clorofila superficial estimada a través de observaciones satelitales (mg/m^3) para la Región de Coquimbo desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2026. Cada imagen muestra el promedio de la concentración de clorofila para un período de 9 días. (A) 1 al 9 de marzo, (B) 10 al 18 de marzo, (C) 19 al 27 de marzo, (D) 28 de marzo al 5 de abril, (E) 6 al 14 de abril, (F) 15 al 23 de abril, (G) 24 de abril al 2 de mayo, (H) 3 al 11 de mayo, (I) 12 al 20 de mayo y (J) 21 al 29 de mayo. Se indican con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huentelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

Durante marzo–mayo de 2026, la concentración de clorofila-a mostró una marcada variabilidad espacial y temporal, dominada por la disminución en radiación solar que redujo progresivamente la producción de fitoplancton con el avance del otoño (ver Figura 8). La biomasa fitoplanctónica se concentró en la franja costera —y de forma persistente al interior de la bahía de Coquimbo y Tongoy—, mientras mar adentro y en la costa sur predominaron las bajas concentraciones de biomasa.

En marzo (Figura 8A–C), se observaron valores sobre $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, con máximos frente a bahía de Coquimbo y al sur de la región, que se intensificaron hacia fines de mes entre el 19 y el 27 de marzo (Figura 8C). A comienzos de abril (Figura 8D) la clorofila disminuyó en gran parte de la región, coincidiendo con el fortalecimiento de los vientos favorables, que habría favorecido la mezcla y dispersión del fitoplancton.

Tras esa relajación, entre el 6 y el 14 de abril (Figura 8E) se registró el máximo del trimestre frente a bahía de Coquimbo y Tongoy, con valores en torno a $7 \text{ mg}/\text{m}^3$, para decaer nuevamente hacia fines de abril (Figura 8G) en concordancia con un nuevo período de vientos intensos. Durante mayo, un aumento inicial frente a bahía de Coquimbo y Tongoy (Figura 8H) respondió, con el desfase habitual, al episodio de vientos de comienzos de mes.

Finalmente, entre el 21 y el 31 de mayo (Figura 8J), la clorofila disminuyó mar adentro y quedó restringida a una franja costera estrecha frente a las mismas bahías. En conjunto, los aumentos del trimestre fueron localizados y de menor extensión, consistentes con la disminución estacional de la radiación durante el otoño.

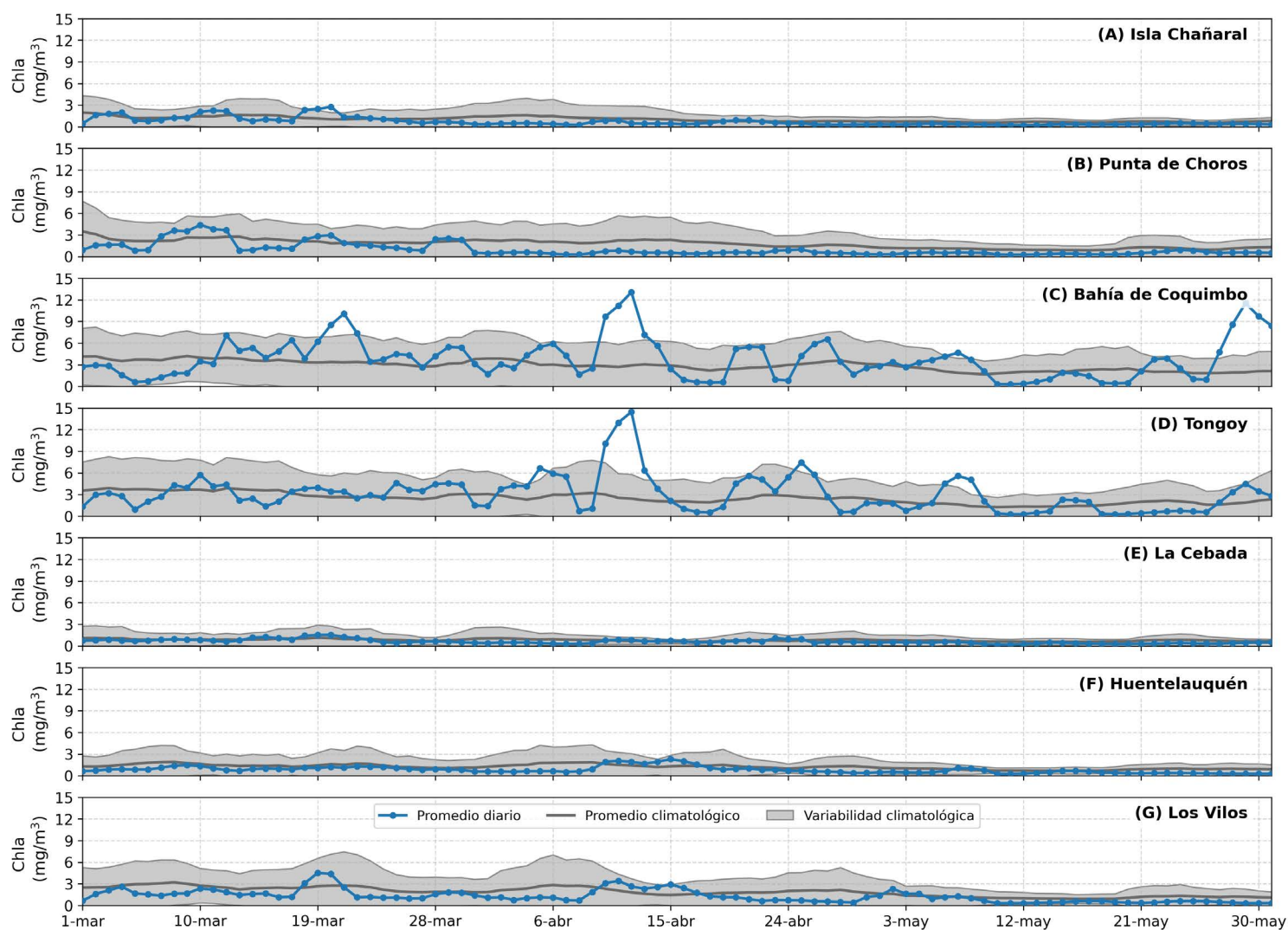


Figura 9. Series diarias de clorofila satelital (superficial) (mg/m^3) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos entre el 1 de marzo a 31 de mayo de 2026. Se muestran los datos diarios de clorofila (curva azul punteada), el promedio diario histórico (línea negra) y su desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 1998 y 2022.

Durante marzo–mayo de 2026, la concentración de clorofila-a presentó una marcada variabilidad entre las localidades costeras (ver Figura 9). Isla Chañaral, La Cebada y Huentelauquén mantuvieron concentraciones generalmente bajas, inferiores a $1\text{--}2\text{ mg}/\text{m}^3$, con fluctuaciones acotadas y valores mayormente dentro o por debajo del rango climatológico (ver Figura 9A,E,F). Punta de Choros y Los Vilos mostraron una variabilidad algo mayor, con aumentos puntuales durante marzo y la primera mitad de abril, seguidos por una disminución progresiva hacia mayo (ver Figura 9B,G).

Las mayores concentraciones y variaciones del trimestre se registraron en bahía de Coquimbo y Tongoy (ver Figura 9C,D). En ambas localidades se observaron varios pulsos superiores al promedio climatológico durante marzo y abril, destacando

un máximo cercano a $13\text{ mg}/\text{m}^3$ en bahía de Coquimbo y a $15\text{ mg}/\text{m}^3$ en Tongoy entre el 10 y el 13 de abril. Posteriormente, se registraron nuevos aumentos de menor magnitud hacia finales de abril y comienzos de mayo, intercalados con descensos abruptos de la concentración. Esta alta variabilidad refleja la respuesta local a la alternancia entre períodos de viento favorable a la surgencia y fases de relajación, que favorecen la acumulación de fitoplancton en sectores costeros.

Tras el evento de viento intenso de comienzos de mayo, las concentraciones se mantuvieron bajas en la mayoría de las localidades durante la primera mitad del mes. Sin embargo, hacia finales de mayo se observó un nuevo aumento en bahía de Coquimbo y, en menor medida, en Tongoy, mientras que el resto de las estaciones mantuvo concentraciones reducidas.



Observaciones locales

» Localización de las estaciones costeras en la Región de Coquimbo

Esta sección presenta información meteorológica y oceanográfica de las estaciones costeras de Punta de Choros y del Sistema Tongoy-Punta Lengua de Vaca.

Todos los datos analizados en esta sección son de dominio público y en el caso de Punta Choros y Tongoy son entregados en tiempo real a través de la plataforma web CEAZAMet (www.ceazamet.cl) y CEAZAMar (www.ceazamar.cl).



Variables oceanográficas (sólo Tongoy)

En la bahía de Tongoy se encuentra instalada una balsa (30.275°S; 71.561°W) que monitorea las condiciones atmosféricas y oceanográficas. La estación comenzó su funcionamiento en junio de 2014, y actualmente cuenta con conectividad, transmisión y actualización de los datos en línea cada una hora. Durante el trimestre de estudio, se realizó mantención a la plataforma, registrándose cerca de dos meses de datos oceanográficos.

La balsa de Tongoy se ubica en un área concesionada a la empresa acuícola OSTIMAR S.A., que colabora en su

mantenimiento y operatividad. Además, la balsa forma parte de la Red Mundial de Observación de la Acidificación del Océano (GOA-ON).

Los datos oceanográficos provienen de un conjunto de sensores localizados a 10 metros de profundidad que monitorean la temperatura del agua, la salinidad, el oxígeno disuelto, la clorofila y la turbidez. Esta información es de gran importancia para los sectores productivos, como la acuicultura y la pesca, que se desarrollan en la bahía de Tongoy (ver www.ceazamet.cl).



➤ Punta de Choros

Condiciones atmosféricas

Durante el trimestre marzo–mayo de 2026, los vientos registrados por la Estación Meteorológica Automática (EMA) CEAZAMET de Punta de Choros (ver Figura 10) presentaron una marcada variabilidad intraestacional, con predominio de vientos del sur favorables a la surgencia y una velocidad media de 2.0 m/s. Al comienzo de marzo se observó una disminución de la velocidad desde valores cercanos a 3 m/s hasta aproximadamente 1 m/s, acompañada por una mayor variabilidad en la dirección del viento, coincidente con la presencia de una vaguada costera y el posterior paso de un sistema de baja presión por el sur de Chile. Tras una nueva disminución hacia mediados de marzo, entre el 21 de marzo y comienzos de abril se desarrolló un período sostenido de vientos del sur por sobre el rango climatológico, con un máximo cercano a 3.5 m/s el 23 de marzo, asociado al reforzamiento del anticiclón del Pacífico suroriental.

Durante el resto de abril las velocidades se mantuvieron mayormente entre 1.5 y 2.5 m/s, hasta que entre el 20 y el 26 de

abril se registró un nuevo pulso de viento sur, con un máximo cercano a 4 m/s. El mayor valor del trimestre se alcanzó entre el 7 y el 9 de mayo, superando los 4 m/s, en respuesta a una alta presión frente a la costa de Coquimbo; posteriormente, el desarrollo de una vaguada produjo una rápida disminución de la magnitud y cambios temporales en la dirección. Durante la segunda mitad de mayo el viento se mantuvo generalmente entre 1.5 y 2.5 m/s, aunque entre el 24 y el 26 de mayo el paso de un sistema frontal hacia Chile central favoreció un nuevo debilitamiento y una mayor variabilidad direccional.

En términos direccionales, los vientos favorables a la surgencia (componentes SE, S y SO) dominaron el trimestre, representando el 71.8% de las observaciones. Los componentes del norte, desfavorables a la surgencia, fueron minoritarios (12.2%), mientras que los vientos del este y del oeste alcanzaron el 7.5% y el 8.5%, respectivamente.

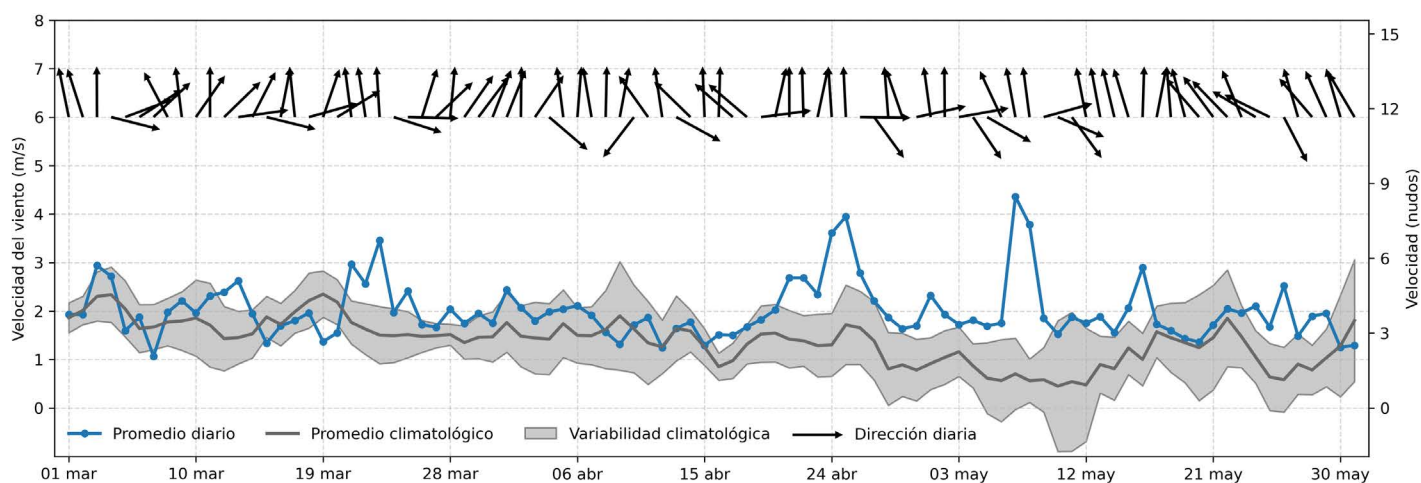


Figura 10. Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio (m/s y nudos), medido por la estación CEAZAMET en la localidad de Punta de Choros, desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2026. Adicionalmente, se incluye el promedio histórico diario de la velocidad del viento (curva negra) y su desviación estándar, calculados para el periodo 2016-2020.



SURGENCIA: La surgencia, o afloramiento de aguas profundas, es un proceso oceanográfico provocado por la interacción entre el viento, la superficie del mar y la rotación de la Tierra, cuyo resultado es el movimiento y reemplazo de las aguas superficiales del océano por aguas más profundas. El viento que sopla paralelo a la costa, de sur a norte en el hemisferio sur, provoca el movimiento o transporte del agua superficial hacia mar abierto (hacia el oeste). Este transporte del agua superficial (llamado transporte de Ekman) permite

que aguas más profundas la reemplacen. Estas aguas más profundas son más frías lo que genera fuertes contrastes en la temperatura superficial del mar (TSM), pero también presentan elevados niveles de nutrientes que estimulan el crecimiento de las microalgas o fitoplancton. Finalmente, las aguas de surgencia también presentan altas concentraciones de CO₂ (elevada acidez) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto lo que genera eventos locales de acidificación y desoxigenación del océano, respectivamente.



Índice de surgencia

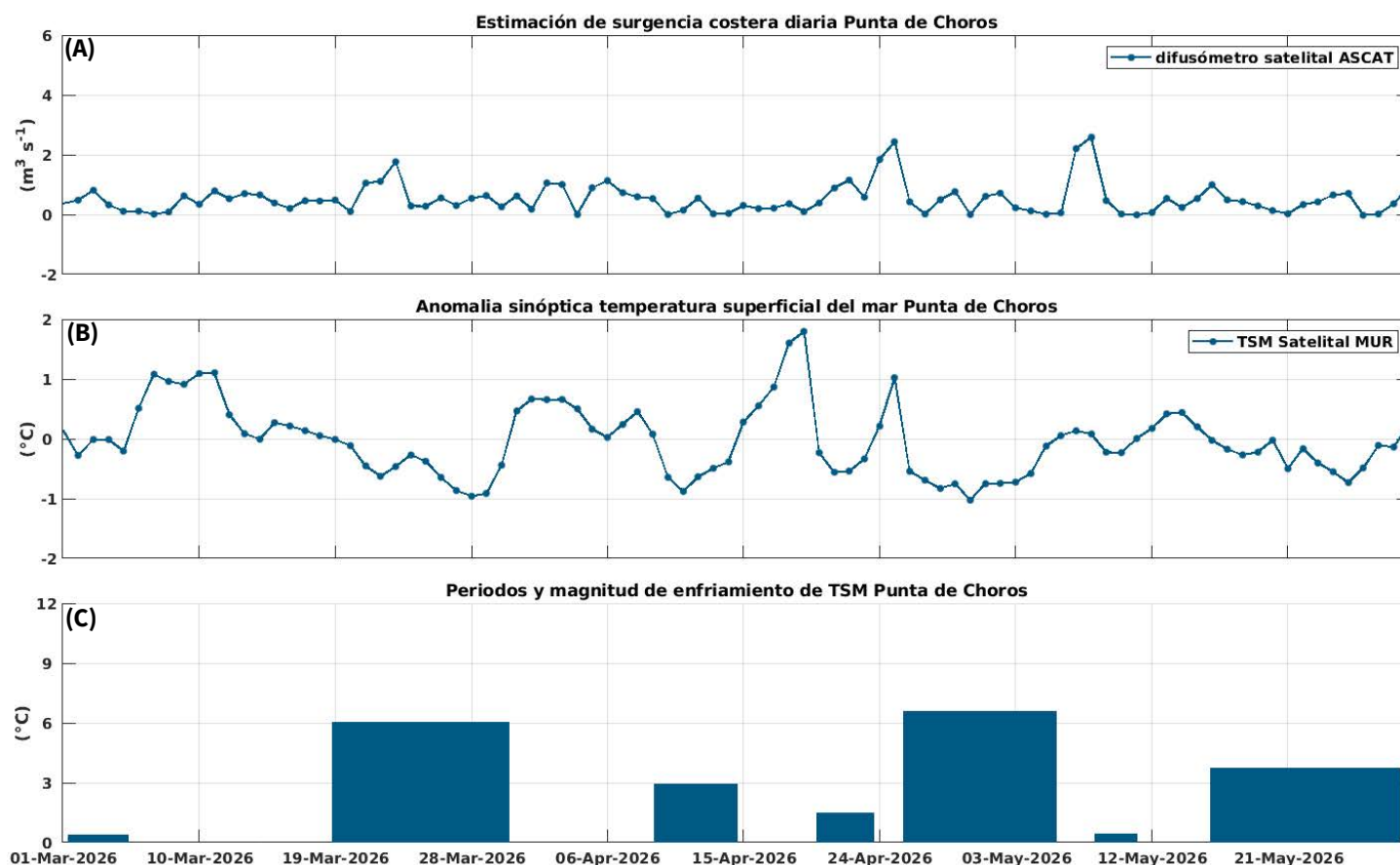


Figura 11. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en Punta de Choros entre el 1 de marzo y el 29 de mayo de 2026. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}C$). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento costero superficial) estimado a partir de las anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM). Las anomalías de temperatura se obtienen sustrayendo el promedio móvil de 30 días de la serie diaria de TSM satelital en la localidad de interés.

En relación a los indicadores de surgencia en Punta de Choros, el índice derivado del viento (ver Figura 11A) muestra una actividad concentrada en pulsos bien definidos, coherente con la variabilidad sinóptica del viento sur. Los máximos de transporte se registraron entre el 24 de abril y el 2 de mayo ($7.30 m^3/s$), seguidos por el periodo del 3 al 11 de mayo ($5.68 m^3/s$) y por la intensificación sostenida entre el 19 de marzo y el 5 de abril (5.94 y $5.19 m^3/s$), mientras que los valores mínimos se observaron al inicio de marzo y hacia el término del trimestre. En términos acumulados, el transporte alcanzó $46.6 m^3/s$, valor prácticamente equivalente al del trimestre anterior (diciembre 2025 – febrero 2026; $47.0 m^3/s$) y un 43% superior al registrado en el mismo periodo de 2025 ($32.5 m^3/s$), lo que indica una actividad de surgencia inusualmente alta para el otoño, estación en que este proceso tiende a debilitarse respecto del verano.

El análisis del índice de surgencia obtenido a partir de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ver Figura 11C) identificó tres eventos principales de enfriamiento. El primero, entre el 15 y el 30 de marzo, se extendió por 15.5 días; el segundo, entre el 25 de abril y el 5 de mayo, alcanzó la mayor magnitud del trimestre con una duración de 10.7 días; y el tercero, entre el 14 y el 28 de mayo, se prolongó por 14.4 días.

Los dos primeros ocurrieron con posterioridad a los periodos de mayor intensificación del viento sur, reflejando el desfase característico entre el forzamiento físico y la respuesta térmica superficial. A ellos se sumaron episodios de menor magnitud y duración durante abril. En conjunto, estos eventos sostuvieron las condiciones de temperatura superficial bajo el promedio histórico observadas durante gran parte del trimestre.



OXÍGENO DISUELTO: La concentración de oxígeno disuelto que encontramos en los océanos depende de múltiples factores físico-químicos (ej. intercambio atmósfera-océano, temperatura, etc.) y biológicos (ej., fotosíntesis, respiración, etc.). Las costas de Chile son afectadas por una de las zonas mínimas de oxígeno las cuales presentan valores muy bajos de oxígeno disuelto (en algunos puntos valores cercanos a 0). Además, en nuestra región, la surgencia costera transporta agua con bajo contenido en oxígeno desde capas más profundas hacia la superficie (ver glosario). El cambio climático y la descarga de exceso de nutrientes desde ríos al océano generan importantes disminuciones en la concentración de oxígeno disuelto en el océano, produciendo en ocasiones eventos de hipoxia (contenidos de oxígeno muy bajos). La cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua de mar es importante para los organismos marinos, ya que afecta su crecimiento, mortalidad, éxito reproductivo, además de la distribución de especies, entre otros.



» Sistema bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca

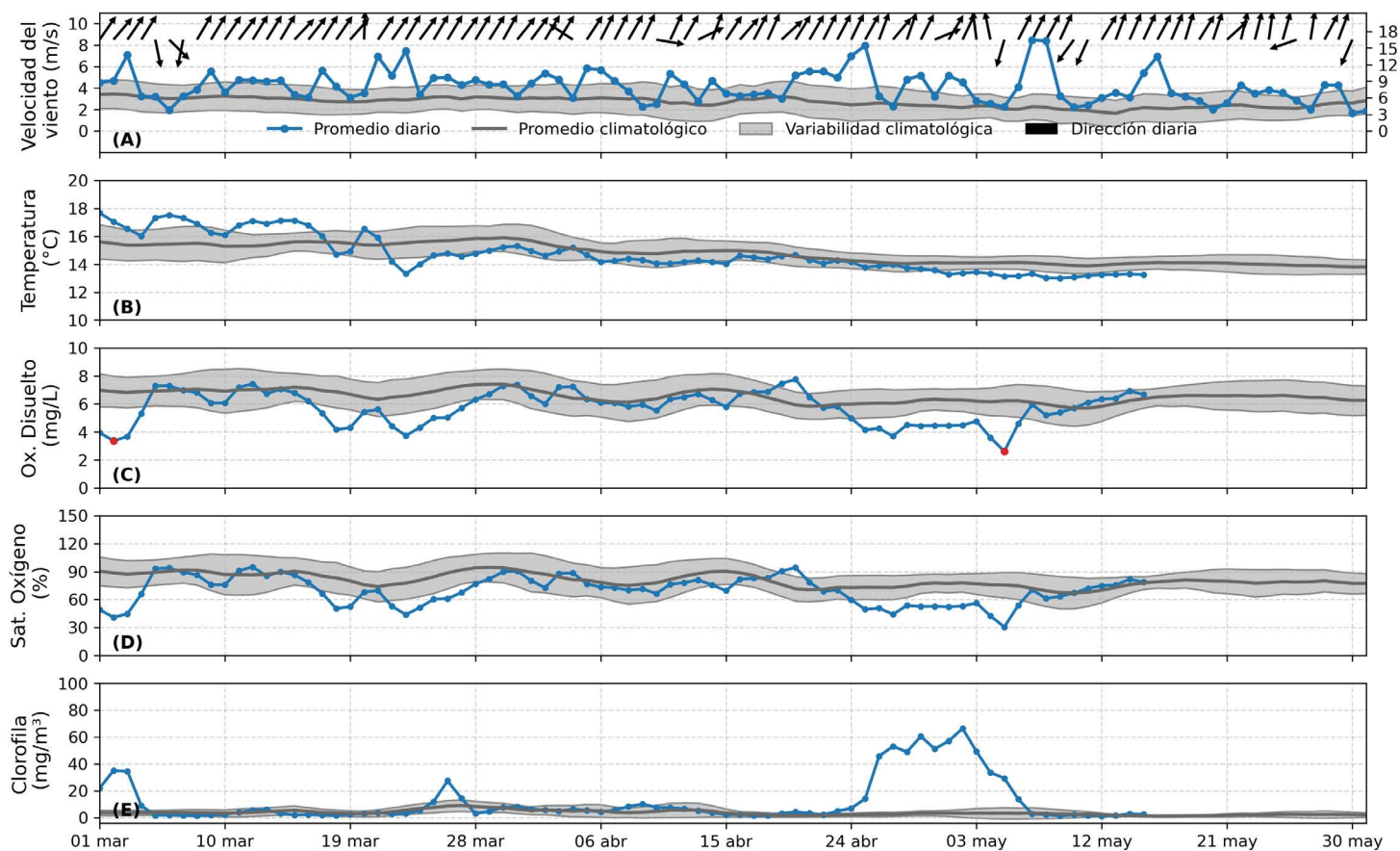


Figura 12. (A) Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio satelital (m/s y nudos) en Punta Lengua de Vaca (PLV) desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2026. Se incluye el promedio histórico diario (línea negra) y la desviación estándar (sombreado azul) de la velocidad del viento en PLV, calculados para el período 2000 - 2022. (B) Temperatura del agua a 10 metros de profundidad (°C), (C) oxígeno disuelto (mg/L), (D) saturación de oxígeno (%), (E) clorofila (mg/m³) y (F) salinidad (psu), registrados a 10 m de profundidad por la boya CEAZA localizada en la bahía de Tongoy. Los puntos rojos en el panel C indican días con concentración de oxígeno disuelto menores a 3.5 mg/L.

Para la bahía de Tongoy, el trimestre marzo–mayo de 2026 se caracterizó por una marcada variabilidad intraestacional sobre un régimen claramente dominado por vientos del sur favorables a la surgencia, presentes durante el 89.1% del período (Figura 12A). Las velocidades se mantuvieron generalmente entre 3 y 6 m/s y, en gran parte del trimestre, por sobre el promedio climatológico. Los principales pulsos se registraron entre el 21 y el 23 de marzo, entre el 24 y el 25 de abril, entre el 7 y el 8 de mayo — máximo del trimestre, con valores cercanos a 8.5 m/s— y hacia el 16 de mayo, interrumpidos por períodos de relajación con disminución de la magnitud y rotación de la dirección. Los vientos del norte, desfavorables a la surgencia, representaron solo el 7.6% del período. La temperatura del agua (Figura 12B) mostró una tendencia sostenida al enfriamiento, desde valores cercanos a 17–18 °C a comienzos de marzo hasta 13–14 °C a mediados de mayo, con los descensos más marcados inmediatamente posteriores a los pulsos de viento y actividad de surgencia costera de fines de marzo y de fines de abril. Desde fines de abril la temperatura se situó por debajo del rango climatológico y se mantuvo así hasta el término del registro, evidenciando la persistencia de condiciones frías en la bahía. El oxígeno disuelto y su porcentaje de saturación (Figura 12C–D) siguieron una evolución acoplada a la temperatura. Durante marzo y la primera mitad de abril las concentraciones fluctuaron mayormente entre 5 y 8

mg/L, con descensos puntuales posteriores a los eventos de viento intenso. Desde fines de abril se registró una caída más persistente, que culminó a comienzos de mayo en un evento de hipoxia, con valores cercanos a 3 mg/L y una saturación en torno al 30%. Con posterioridad al 6 de mayo ambas variables se recuperaron progresivamente hasta aproximarse al rango climatológico. La clorofila (Figura 12E) presentó un bloom inicial breve a comienzos de marzo, con valores cercanos a 35 mg/m³, seguido de concentraciones bajas durante gran parte del mes, salvo un pulso cercano a 28 mg/m³ hacia el 26 y 27 de marzo. Tras un abril de baja actividad, entre fines de abril y comienzos de mayo se desarrolló el bloom más intenso del período, con máximos cercanos a 65 mg/m³, muy por sobre el rango histórico. Este aumento siguió al fortalecimiento del viento sur de fines de abril y decayó rápidamente hacia el 9 de mayo, coincidiendo con el nuevo pulso de viento intenso.

Los registros de temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno y clorofila no se encuentran disponibles con posterioridad al 15 de mayo, debido al mantenimiento anual de la boya, por lo que el análisis de estas variables se restringe a la primera mitad del mes.



Índice de surgencia (Bahía de Tongoy)

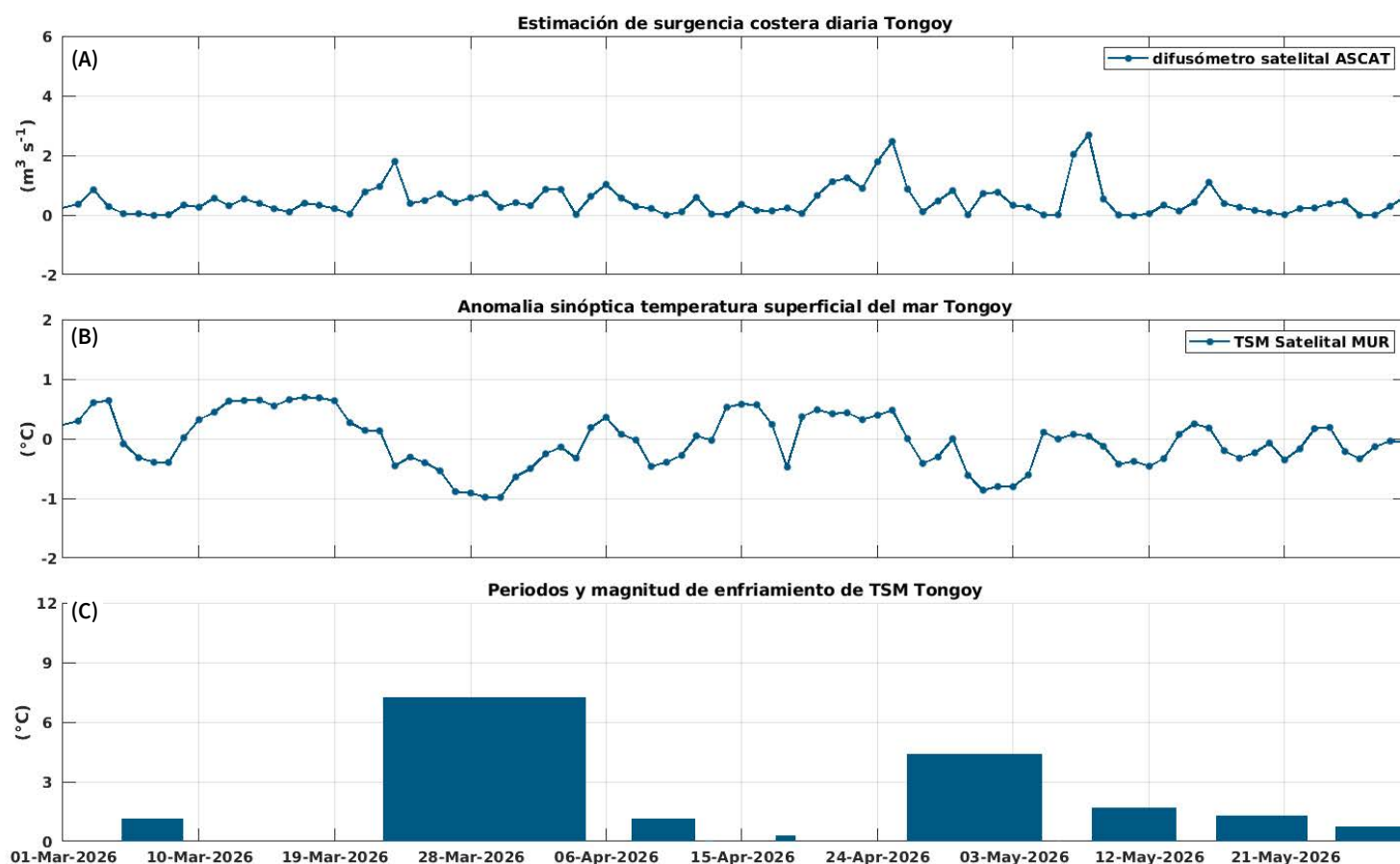


Figura 13. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en la bahía de Tongoy, entre el 1 de marzo y el 29 de mayo de 2026. (A) Índice de surgencia costera (UI), estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}C$). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento costero superficial), estimado a partir de las anomalías sinópticas (ver Glosario) de la TSM. Las anomalías de temperatura se obtienen sustrayendo el promedio móvil de 30 días de la serie diaria de TSM satelital en la localidad de interés.

Los indicadores de surgencia basados en el forzamiento del viento en superficie en la bahía de Tongoy (ver Figura 13A) muestran una actividad concentrada en pulsos bien definidos, sostenida por un régimen de viento que se mantuvo por sobre el promedio climatológico durante gran parte del trimestre y que lo superó ampliamente durante los eventos más intensos. Los máximos de transporte se registraron entre el 24 de abril y el 2 de mayo ($8.02 m^3/s$), seguidos por los periodos del 3 al 11 de mayo ($5.84 m^3/s$) y del 19 al 27 de marzo ($5.77 m^3/s$), mientras que los valores mínimos se observaron al inicio de marzo y hacia el término del trimestre. En términos acumulados, el transporte alcanzó $42.3 m^3/s$, un 46% menos que en el trimestre anterior (diciembre 2025 – febrero 2026; $78.45 m^3/s$), diferencia atribuible al ciclo estacional de la surgencia. No obstante, el acumulado de este trimestre superó en un 68% al del mismo periodo de 2025 ($25.2 m^3/s$), confirmando una actividad de surgencia vigorosa para la estación de otoño.

El análisis del índice de surgencia obtenido a partir de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ver Figura 13C) identificó dos eventos principales de enfriamiento. El primero, entre el 17 de marzo y el 4 de abril, fue el más extenso e intenso del trimestre, con una duración de 18.6 días; el segundo, entre el 25 de abril y el 4 de mayo, se prolongó por 9.9 días. Ambos coincidieron con los periodos de mayor transporte de surgencia —la intensificación sostenida de fines de marzo y el pulso de fines de abril—, evidenciando el estrecho acoplamiento entre el forzamiento del viento y la respuesta térmica superficial. Durante mayo se registraron episodios adicionales de menor magnitud, entre el 7 y el 13, el 15 y el 22, y el 24 y el 29. En conjunto, estos eventos sostuvieron el descenso progresivo de la temperatura del agua en la bahía y las condiciones por debajo del rango climatológico observadas desde fines de abril.



Análisis de eventos anómalos del periodo

El monitoreo oceanográfico costero permite detectar episodios en que las condiciones del mar se apartan significativamente de su variabilidad histórica, con consecuencias directas sobre los ecosistemas marinos, la pesca artesanal y la acuicultura.

En esta edición se documenta la evolución de las Olas de Calor Marino (OCM) que afectaron la costa de la región de Coquimbo durante el otoño austral 2026, tras su amplio desarrollo en el verano pasado.

Olas de Calor Marina en la región de Coquimbo: Verano 2025–2026

El trimestre marzo–mayo 2026 estuvo marcado por la progresiva extinción de la OCM que dominó el verano austral 2025–2026. Como se observa en la Figura 14A, el evento de verano fue el más intenso y prolongado registrado desde 2022 en la región oceánica y costera entre Atacama y Valparaíso (ver Boletín abril 2026), con una intensidad máxima de hasta 3.30 °C sobre lo normal, 84 días de duración y una cobertura de hasta el 100% del área analizada.

A partir de marzo, la reactivación de los vientos favorables a la surgencia disminuyó progresivamente las condiciones anómalas de temperatura, dando lugar a un evento residual de menor magnitud, con una intensidad de 1.66–2.52 °C, 27 días de duración y una cobertura de entre el 11 y el 22% del área. Tras el mes de abril, la actividad de OCM cesó por completo, poniendo fin al prolongado período cálido del verano.

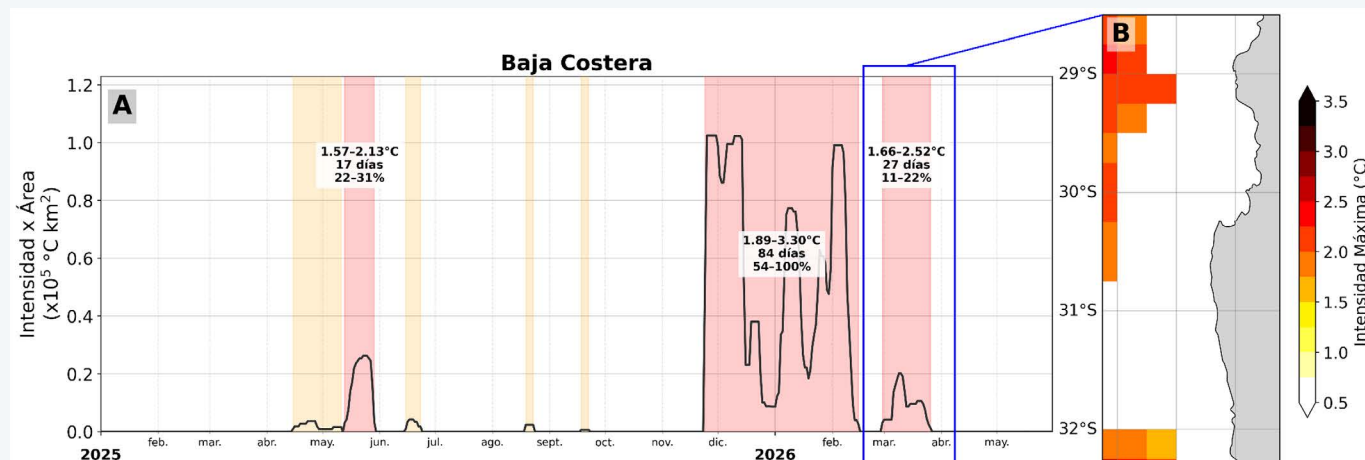


Figura 14. (A) Serie temporal de la intensidad integrada de Olas de Calor Marina (OCM) identificadas entre enero de 2025 y mayo de 2026 entre las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso, calculada a partir de datos NOAA OISST a resolución de $1/4^\circ$ (~27 km). Las áreas sombreadas en rosa y amarillo indican los períodos bajo condición de OCM. Sobre cada evento se indica el rango de intensidad de la anomalía termal del agua (°C), la duración (días) y el porcentaje de área afectada. (B) Distribución espacial de la intensidad máxima de temperatura (°C sobre la climatología) durante el trimestre marzo a mayo de 2026, destacando los sectores de mayor anomalía en la temperatura superficial del mar.



Para caracterizar en detalle cómo se distribuyó la OCM a lo largo de la costa regional, empleamos datos satelitales de alta resolución del producto MUR (Multi-scale Ultra-high Resolution SST, NASA) con una resolución de 1 km que permite observar la temperatura al interior de bahías y caletas. El análisis abarcó los eventos que se desarrollaron entre marzo y mayo de 2026 y los resultados se presentan en tres mapas (ver Figura 15 A, B, C) que describen la frecuencia (N° eventos), la duración (días) y la intensidad (°C sobre la climatología) de las OCM frente a las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso.

Frecuencia de eventos (A): La mayor parte de la franja costera registró entre 1 y 2 eventos de OCM durante el trimestre, en contraste con los 2 a 4 eventos del trimestre anterior. La actividad se concentró en la costa de la región de Atacama y en el sector norte de la región de Coquimbo, frente al Archipiélago de Humboldt (ver Figura 15A). El segmento costero desde

la bahía de Coquimbo hasta Pichidanguí no registró OCM, en concordancia con la reactivación de la surgencia costera característica del otoño austral en estas latitudes.

Duración acumulada (B): La banda costera del sector norte registró entre 40 y 60 días bajo condición de OCM durante el trimestre, mientras que el sector sur presentó duraciones inferiores a 20 días (ver Figura 15B). Este patrón contrasta marcadamente con el trimestre anterior, cuando la mayor parte de la costa permaneció bajo OCM entre 60 y 90 días, y confirma el retroceso generalizado del evento.

Intensidad media (C): Las anomalías térmicas más elevadas, entre 2.6 y 2.8 °C, se localizaron de forma focalizada en el norte a lo largo de la costa de la región de Atacama, frente al archipiélago de Humboldt y en el extremo sur de la región de Coquimbo, (ver Figura 15C).

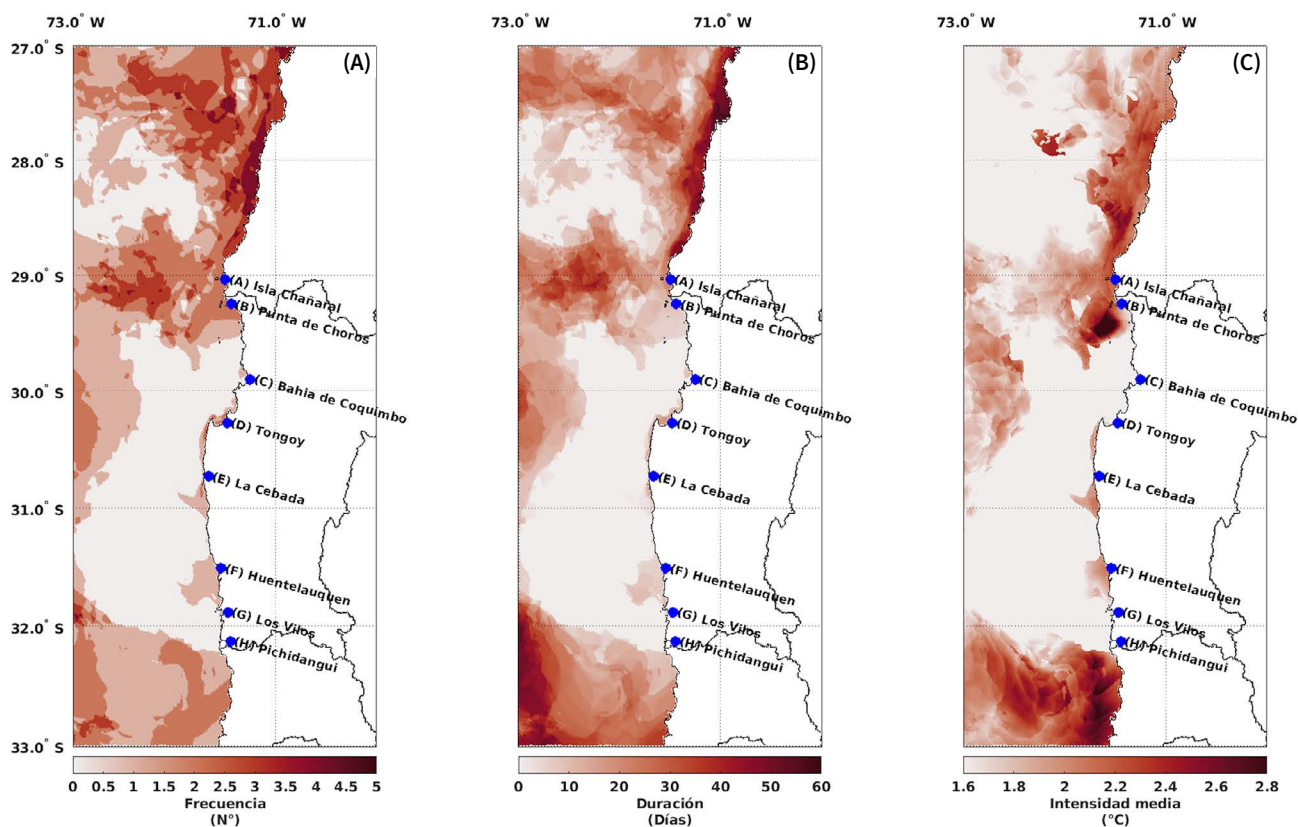


Figura 15. Distribución espacial de las métricas de Olas de Calor Marina (OCM) para el período marzo – mayo de 2026 frente a las regiones de Atacama y Coquimbo, calculadas a partir de datos MUR SST (NASA) a resolución de 1 km. De izquierda a derecha: (A) frecuencia de eventos de OCM (N°), (B) duración acumulada (días) y (C) intensidad media (°C sobre la climatología 1980–2023). Los círculos azules y etiquetas indican las localidades costeras de referencia descritas en la Tabla 1.



Impacto por localidad costera

La Tabla 1 resume las métricas de OCM para ocho localidades costeras de referencia, desde Isla Chañaral hasta Pichidangui, calculadas sobre la banda costera de 50 km adyacente a cada localidad, dentro de un área de ± 2.22 km. Para la frecuencia se

reporta la moda (el número de eventos más frecuente dentro del área de la localidad) y el promedio como referencia. Para la duración y la intensidad se reporta la mediana (el valor central de las mediciones en el área) y el promedio.

Localidad	Nº OCM (moda)	Nº OCM (promedio)	Duración (mediana)	Duración (promedio)	Intensidad (mediana)	Intensidad (promedio)
Isla Chañaral	2	1.9	19	18.8	2.11	2.24
Punta de Choros	2	1.7	8	7.5	2.13	2.37
Bahía de Coquimbo	1	1.0	9	9.0	1.16	1.17
Tongoy	2	1.7	16	15.1	1.60	1.91
La Cebada	1	1.0	5	7.0	2.09	2.11
Huentelauquén	1	1.0	6	5.9	1.93	2.10
Los Vilos	1	1.0	5	5.0	1.71	1.72
Pichidangui	2	1.6	11	8.6	1.69	1.88

Tabla 1. Estadística de la OCM por localidad costera para el período marzo – mayo de 2026. Los valores fueron calculados sobre la banda costera de 50 km adyacente a cada localidad, dentro de un área de ± 2.22 km de latitud. Para la frecuencia de las OCM por localidad se reporta la moda y el promedio por localidad costera; para su duración e intensidad se reporta la mediana y el promedio por localidad costera. Análisis basado en datos MUR SST (NASA) a 1 km de resolución. Climatología de referencia: 1980–2023.

Los datos de la Tabla 1 revelan un debilitamiento generalizado de la OCM en todas las localidades costeras respecto al trimestre anterior. La duración mediana se redujo entre un 66% y un 91%, y la frecuencia modal descendió de 3–4 a 1–2 eventos de menor duración e intensidad, confirmando la fase de extinción del evento (ver Tabla 1 y Figura 15).

La costa mostró un claro gradiente norte–sur. Isla Chañaral y Tongoy conservaron las mayores duraciones (19 y 16 días, frente a 56 y 55 del trimestre anterior), y Punta de Choros mantuvo la anomalía más alta (2.13 °C) pese a caer a 8 días. En el centro, Bahía de Coquimbo registró la menor actividad (un evento de 9

días y apenas 1.16 °C), coincidiendo con el foco de surgencia más vigorosa. Hacia el sur, Huentelauquén, Los Vilos y Pichidangui presentaron la actividad más baja del dominio, con duraciones de 5 a 11 días y anomalías entre 1.69 y 1.93 °C.

En conjunto, los datos del trimestre marzo–mayo 2026 confirman que la OCM del verano 2025–2026 entró en una fase de extinción durante el otoño. El evento se disipó casi por completo en los sectores central y sur, en concordancia con la reactivación de la surgencia costera, y persistió con mayor duración en el norte, donde había alcanzado su máximo desarrollo durante el verano.



» PRONÓSTICOS A CORTO PLAZO

» Temperatura superficial del mar (TSM), oleaje, mareas y viento

En esta sección se introduce y presenta el sistema de pronóstico atmosférico y oceanográfico de CEAZA. Los pronósticos de TSM, oleaje, mareas y viento a escala regional y local se encuentran en el portal CEAZAMar (www.ceazamar.cl) donde se muestra una síntesis de la evolución futura de estas variables para los próximos 10 días.

Adicionalmente en esta versión del Boletín, a solicitud de los usuarios, se da a conocer una nueva actualización de los pronósticos locales, los cuales ahora pueden ser descargados en formato .pdf para su posterior impresión en tamaño carta u oficio. Para obtener el “oceanograma” impreso, se debe acceder al sitio <http://ceazamar.cl/pronosticos/oceanograma-por-caleta/>, seleccionar la caleta de interés y después presionar el botón “descargar”. Mediante esta herramienta los usuarios con conexión a internet baja o intermitente pueden descargar un archivo .pdf listo para ser impreso (a color) con los pronósticos a 10 días de las principales variables oceanográficas (viento, oleaje, mareas, etc). Se resalta que los pronósticos que se alejan más allá del quinto día en que fueron realizadas son de una gran incertidumbre por lo que se invita a los usuarios a revisar las actualizaciones diarias de nuestros servidores de manera frecuente.



A fines del 2022 la red de monitoreo CEAZAMET expandió sus puntos de monitoreo costero en la región con la instalación de 2 nuevas estaciones meteorológicas automáticas, el primero en el extremo norte en la isla Chañaral de Aceituno y el segundo en la el extremo sur en la ciudad de Los Vilos. Estos nuevos puntos de medición se suman a las estaciones meteorológicas que operan en Punta de Choros, Tongoy y Punta Lengua de Vaca, permitiendo medir y estudiar en detalle la circulación atmosférica y la dinámica de surgencia, así como validar y perfeccionar los pronósticos a lo largo de la costa de la región de Coquimbo.



LINKS DE ACCESO:

PRONÓSTICOS REGIONALES:

» [VIENTOS](#)

» [OLAS](#)

» [TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR \(TSM\)](#)

PRONÓSTICOS LOCALES:

» [OCEANOGRAMA POR CALETA:](#)
¡Ahora descargable para imprimir!



» INFOGRAFÍA



CONOZCAMOS MÁS SOBRE EL PIURE

El piure (*Pyura chilensis*) es un organismo marino comestible que lo podemos encontrar en forma individual o en colonias. A simple vista parece una roca, pero al abrirlo se observa un animal de intenso color rojo. Es un recurso de importancia económica en el sector pesquero artesanal.



» FICHA TÉCNICA:

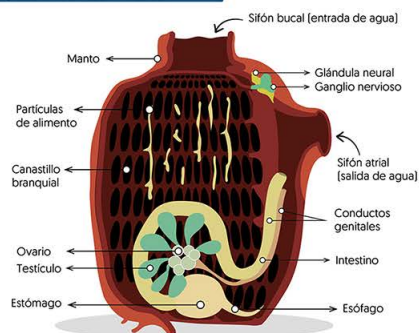
- Nombre común: Piure
- Nombre científico: *Pyura chilensis*
- Clasificación: Urochordata / Ascidiacea
- Grupo: Tunicado (ascidia)
- Color del cuerpo: Anaranjado-rojizo

El **Piure** (*Pyura chilensis*) es un animal marino invertebrado que vive adherido a las rocas y filtra agua de mar para alimentarse. Por fuera parece una roca y en su superficie alberga pequeños organismos que encuentran refugio en ella; por dentro presenta un cuerpo carnoso de color rojizo.

DISTRIBUCIÓN:
Desde la costa central de Perú hasta el sur de Chile (aprox. hasta Chiloé, -43°S).



» ANATOMÍA DEL PIURE



Alimentación:
Filtra el agua de mar comiendo placton y partículas orgánicas.



Tamaño:
Sin túnica mide unos 12 cm., pero por lo general de 5-7 cm.



Reproducción:
Es hermafrodita, que posee los dos sexos simultáneos.



Depredadores:
El Loco, billagay, estrella de mar, chungungo, camarones, jaibas y el ser humano.



Extracción:
Buceo, y en menor grado, por recolección de orilla (I y II regiones).

» CICLO DE VIDA



» GENÉTICA Y VARIABILIDAD



Se han identificado tres linajes genéticos:

- **Linaje 1 (Hg1):** desde Perú hasta Antofagasta (el más abundante).
- **Linaje 2 (Hg2):** desde Atacama hasta Maule.
- **Linaje 3 (Hg3):** restringido al sur, especialmente abundante en Valdivia.



» VALOR NUTRICIONAL



Es un alimento tradicional, consumido crudo o cocido, destacado por su sabor mineral y su alto contenido de hierro y yodo.

Energía:
50-60 kcal

Proteínas:
9-12 g

Grasas:
0.4-1 g

Carbohidratos:
2-4 g

Hierro:
alto contenido

Yodo y otros minerales:
alto contenido

Resumen nutricional (por 100 g)

CONOCE NUESTRO CENTRO CIENTÍFICO: www.ceazamar.cl | info@ceazamar.cl | [Facebook](https://www.facebook.com/ceazamar) | [Instagram](https://www.instagram.com/ceazamar) | [YouTube](https://www.youtube.com/ceazamar)

Protección del Mar, Océano Azul y Marino Zorillo, Ballejo, Jorjano, Guerrero, Tiza, Jorjano, Marino, Marino, Agencias, Programa de Investigación en Acuicultura de la Acción Católica (CAAP).
Producto 1990-2020. Antofagasta al Mar, Chile en la región de Océanos, 100 años 40200000-0

Descárgala: AQUÍ



» GLOSARIO



Advección vertical: El proceso de advección vertical se refiere al transporte de propiedades de aguas (calor, oxígeno, nutriente) en la dirección vertical cuando se genera una velocidad vertical a través de un gradiente vertical de esa propiedad. Por ejemplo, una onda de hundimiento a lo largo de la costa tiende a producir un calentamiento superficial por la generación de anomalías de velocidad vertical negativas (hundimiento de la termoclina) en la base de la capa de mezcla (i.e. donde hay un gradiente vertical de temperatura)

Altimetría: Estudio de la altura o la medición de la altitud y se usa en la oceanografía desde la década de los 70 's para estudiar superficies continentales, especialmente en las áreas de la hidrología y la glaciología. Actualmente nos referimos con altimetría a misiones altimétricas satelitales que tienen incorporado un radar. A través de la altimetría se puede inferir una variedad de parámetros incluida la altura de la superficie del mar, la topografía del océano (fondo marino), la extensión lateral del hielo marino y la altitud de grandes icebergs sobre el nivel del mar, además de la topografía de la tierra y las capas de hielo e incluso la del mar. La altimetría satelital también proporciona información útil para mapear las velocidades del viento en la superficie del mar y las alturas significativas de las olas.

Altura de ola: Diferencia vertical entre la cresta (máximo) y el valle (mínimo) de una única ola.

Altura significativa de ola: Media aritmética del tercio superior de todas las alturas de ola medidas durante un período de tiempo fijo. Esta variable se utiliza convencionalmente como una medida de las “máximas olas que se pueden observar en un instante dado”.

Anomalía: Se refiere a la desviación en los valores de una determinada variable o parámetro ambiental, con respecto a un promedio histórico o climatológico.

Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar: Se refiere a la diferencia entre el valor observado y el valor histórico de cierto parámetro. En este caso, corresponde a la diferencia entre el valor de temperatura observado y el promedio histórico para el mismo período de tiempo. Por lo tanto, la anomalía sinóptica de la temperatura superficial del mar corresponde a un horizonte temporal que no excede de una o dos semanas.

Boya oceanográfica: Plataforma para el estudio hidrográfico, diseñada para el monitoreo de las propiedades fisicoquímicas del mar, generalmente utilizadas para estudios oceanográficos y climáticos, pero también con aplicación en la acuicultura. Las boyas oceanográficas tienen un punto de anclaje al piso marino, y en ellas se disponen diversos instrumentos (también llamados sensores) tanto atmosféricos como oceanográficos, que miden con precisión una multitud de parámetros como la velocidad y dirección del viento a través del diámetro de los rotores de las turbinas eólicas. Los sensores oceanográficos registran parámetros como la temperatura y salinidad del mar, turbidez, fluorescencia, clorofila, el oxígeno disuelto, la concentración de CO₂ y pH, corrientes, entre otros.

Calibres Ostión del Norte: Número de individuos de ostión por unidad de masa. Comúnmente expresada en libras o kilogramo. Así tenemos por ejemplo: el calibre A corresponde entre 22-44 unidades en un kilogramo, calibre B 44-66 unidades por kilogramo, calibre C 66-88 unidades por kilogramo, etc.

Climatología: Estudio de los parámetros y variables atmosféricas observadas en un período de al menos 30 años, que permite describir las características térmicas, pluviométricas y de nubosidad de una zona o región.

Clorofila: Pigmento presente en el fitoplancton o microalgas marinas, empleado en la fotosíntesis para absorber dióxido de carbono atmosférico, para producir azúcares como combustible y liberar oxígeno. La clorofila es responsable del color verdoso del fitoplancton. La medición de la concentración de clorofila en el océano permite estimar la concentración del fitoplancton y por lo tanto, de la actividad biológica de éste, o incluso la disponibilidad de alimento para organismos que filtran (filtradores). Los valores de clorofila superficial del mar pueden ser estimados en forma satelital. A través de la columna de agua, la concentración de clorofila se puede estimar o medir utilizando sensores oceanográficos, o mediante muestras discretas de agua tomadas con botellas oceanográficas (llamadas botellas Niskin), y analizadas posteriormente en un laboratorio.

Corrientes de superficie: Las corrientes superficiales se originan en respuesta al viento, alcanzan importantes velocidades, y debido a que recorren largas distancias, son un efectivo mecanismo de transporte para la fauna marina. En la categoría de corrientes marinas superficiales se incluyen las corrientes permanentes de los océanos tales como la corriente



de Humboldt, Deriva del Oeste, Kuroshio, Australiana, la del Golfo y las corrientes Ecuatoriales, las cuales son una parte importante de la circulación general de los océanos.

CTD: Es un acrónimo en inglés de conductividad-temperatura-profundidad (en inglés, conductivity-temperature-depth). Además, así se denomina al instrumento científico que se usa para determinar las propiedades físicas esenciales del agua de mar. El CTD brinda a los científicos información precisa y completa de la distribución y variación de la temperatura, la salinidad y la densidad a lo largo de la columna de agua. Este instrumento se puede utilizar para obtener información a diferentes profundidades o anclado a una determinada profundidad para generar series de tiempo sobre la variabilidad de estos parámetros. Al día de hoy, a los CTDs se le puede añadir más instrumentos de medición (sensores oceanográficos) de oxígeno disuelto, clorofila, turbidez, pH, concentración de CO₂ (pCO₂), entre otros, lo que entrega una información más completa de las propiedades de la columna de agua.

El Niño: Es un fenómeno climático que se desarrolla en el océano Pacífico tropical. Está asociado a un debilitamiento de los vientos alisios, lo que produce ondas oceánicas de hundimiento que se propagan a lo largo del ecuador hacia el este y que profundizan la termoclina, produciendo un calentamiento. La ubicación de la zona a lo largo del ecuador en la que aumenta la temperatura de la superficie del mar, define si estos eventos se llaman El Niño del Pacífico Central o El Niño del Pacífico Este. Los El Niño del Pacífico Este son los más intensos y los que más influyen a la costa de Chile. Estos eventos en general son seguidos por una fase fría (La Niña), lo que resulta en una oscilación conocida por el nombre de El Niño Oscilación del Sur (ENOS)**. Eventos de calentamiento a escala más regional han sido también llamados “eventos El Niño”, como los que ocurren a lo largo de Perú (El Niño costero) o de Chile (Chile El Niño). Estos eventos son más breves y se relacionan con procesos locales de interacción océano-atmósfera.

El Niño Chileno: Corresponde al modo dominante de la variabilidad de la temperatura superficial del mar a escala de tiempo interanual frente a Chile central, y que es independiente del El Niño del Pacífico tropical.

Epibiontes: Son organismos con movilidad reducida o nula en su estado adulto (sésiles) que habitan y crecen sobre otros seres vivos. Algunos ejemplos locales, corresponden a los cirripideos o picorocos y también algunas especies de algas que se encuentran sobre las conchas de los moluscos.

ENSO: Acrónimo de “El Niño” Southern Oscillation (El Niño/Oscilación del Sur ENOS en español). El ciclo ENOS se refiere a las variaciones coherentes y, a veces, muy fuertes de un año a otro en las temperaturas de la superficie del mar, la lluvia convectiva, la presión del aire en la superficie y la circulación atmosférica

que ocurren a través del océano Pacífico ecuatorial. El Niño y La Niña representan extremos opuestos en el ciclo ENOS.

Espectro direccional de olas: Se refiere a la variable que mide la distribución de energía de las olas a lo largo de un rango de frecuencias (períodos) y direcciones. Esta variable es la que se trabaja para evaluar las oscilaciones de la superficie libre del mar, ya que para cada instante y punto sobre el océano, el espectro define las direcciones, frecuencias y alturas (energía) de las distintas olas que dan lugar en conjunto, a un estado de mar particular.

Estrés del viento: Fuerza por unidad de área sobre la superficie del mar ejercida por el viento que sopla por encima de ella.

Fitoplancton: Derivado de las palabras griegas phyto (planta) y plancton (hecho para desplazarse), el fitoplancton está compuesto por organismos microscópicos que viven en ambientes acuáticos, tanto salados como dulces. Entre los tipos más comunes se encuentran las cianobacterias, las diatomeas recubiertas de sílice, los dinoflagelados, las algas verdes o clorófitas y los cocolitóforos recubiertos de calcio.

Índice de surgencia costera: Corresponde a la determinación de un valor que posibilita estimar la actividad de surgencia a mesoescala, gracias al análisis de series de tiempo de datos oceanográficos. Por ejemplo, en el caso de los reportados en este boletín, se estimó el índice de surgencia costera (UI, Upwelling index por su sigla en Inglés) a partir del estrés del viento. Con lo anterior se obtiene un índice en valores relativos que permite clasificar la surgencia como alta, media, baja y muy baja.

La Niña: Fase fría de la oscilación ENOS vinculada al enfriamiento periódico de las temperaturas de la superficie del océano en el Pacífico ecuatorial central y centro-este que ocurre cada 3 a 5 años aproximadamente. La Niña representa la fase fría del ciclo El Niño / Oscilación del Sur (ENSO).

Mareas astronómicas: Se entiende como mareas astronómicas al ir y venir de la superficie del mar producto de las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra. Típicamente en unas horas generan cambios de unos cuantos metros en el nivel del mar, siendo esta amplitud muy dependiente de la localidad.

Mareas meteorológicas: Se entiende por marea meteorológica a los cambios del nivel del mar producto a las variaciones de presión atmosférica en la interfaz aire/agua. Típicamente generan cambios del nivel del mar mucho menores a los de la marea astronómica.

Mareas de sizigia: También llamadas “mareas vivas”, corresponden a los períodos en donde las órbitas de la Tierra y la Luna están aproximadamente alineadas con el Sol, de manera que las fuerzas gravitacionales de la Luna y el Sol actúan en



conjunto para aumentar la amplitud de la marea. Estos períodos se observan principalmente cuando la Luna está en su fase “llena” y “nueva”.

Mareas de cuadratura: También llamadas “mareas muertas”, corresponden a los períodos en donde el ángulo entre el Sol, la Tierra y la Luna forma aproximadamente un ángulo recto (90°), de manera que las fuerzas gravitacionales del Sol y la Luna se contrarrestan generando una menor amplitud en la marea. Estos períodos se observan principalmente cuando la Luna está en su fase de “cuarto menguante” y “cuarto creciente”.

Mardefondo: Se entiende como mardefondo a las características de las olas de baja frecuencia (alto período) del espectro de energía de oleaje. En otras palabras, se puede entender como aquellas olas que fueron generadas por tormentas de mar abierto, que no necesariamente afectan de manera directa, el punto de interés en el que se desea evaluar las condiciones de oleaje.

Mar de viento: Se entiende como mar de viento a las características de las olas de alta frecuencia (bajo período) del espectro de energía de oleaje. Lo cual, se puede entender como aquellas olas que fueron generadas localmente por el viento, afectando de manera directa y rápida, el sitio de interés en el que se desea evaluar las condiciones de oleaje.

Modo climático: También llamado modo de variabilidad climática, se refiere a la preferencia del sistema climático por ciertas pautas o patrones recurrentes tanto espaciales como temporales, los cuales están relacionados a la circulación atmosférica y a sus interacciones con las superficies terrestres y oceánicas. Algunos de los modos de variabilidad climática más estudiados son el Dipolo del Océano Índico (OID), El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO). El entendimiento de los patrones que generan los modos de variabilidad pueden ayudar a predecir las condiciones futuras del tiempo en el corto y mediano plazo.

Ondas de Kelvin: Ondas que se generan en la zona ecuatorial del océano Pacífico a consecuencia de las variaciones en los vientos alisios que soplan desde el este al oeste. Una vez generadas, estas ondas viajan hacia el ecuador (este) modulando a la vez el nivel del mar y la profundidad de la termoclina. Al alcanzar la costa en el ecuador, estas se desplazan hacia los polos, apegadas a la línea costera haciendo subir el nivel y temperatura del mar. Dado que las costas de Chile y Perú suelen ser frías por el efecto de la corriente de Humboldt y la surgencia costera, las perturbaciones en la temperatura del mar generadas por las ondas de Kelvin pueden tener importantes consecuencias en la biología y propiedades del mar en las costas de estos países.

Ondas planetarias: Son ondas que ocurren naturalmente en fluidos en rotación. Estas ondas se forman como resultado de la rotación del planeta, dentro del océano y la atmósfera de la

Tierra y pueden afectar el tiempo y el clima del planeta. También son conocidas como ondas de Rossby.

Ondas atrapadas a la costa (OAC): Las ondas atrapadas a la costa son perturbaciones de la estratificación que se propagan a lo largo de la costa. La amplitud y velocidad de corrientes son máximas en la costa y disminuyen de forma exponencial mar adentro, viajando con la costa a la derecha (izquierda) de la dirección de propagación en el hemisferio norte (sur), por lo que se propagan en sentido ciclónico alrededor de las grandes cuencas oceánicas.

Olas de Calor Marina (OCM): Eventos donde la temperatura del océano supera un percentil del registro de temperaturas históricas (usualmente 90%) y su persistencia es de al menos 5 días seguidos.

Oscilación interdecadal del Pacífico (IPO): Oscilación a largo plazo de las temperaturas superficiales del mar en el océano Pacífico que puede durar de 20 a 30 años. Sus fases positivas y negativas afectan la fuerza y frecuencia de El Niño y La Niña.

Oxígeno disuelto (OD): El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos. La concentración de este elemento es resultado del oxígeno que entra en el sistema y el que se consume por los organismos vivos. La entrada de oxígeno puede estar provocada por muchas fuentes, pero la principal es el oxígeno absorbido de la atmósfera.

Período y frecuencia de olas: La frecuencia del oleaje se refiere al número de olas que pasan por un punto en un intervalo de tiempo dado, análogamente el período es el tiempo que demora en pasar entre una ola y otra.

Período pico o del peak espectral: Se refiere al período del máximo de energía del espectro de olas de un lugar e instante dado. Usualmente se ocupa para representar el período del oleaje predominante en un instante y lugar de interés.

Pleamar y bajamar: La pleamar y bajamar corresponden a los máximos y mínimos del nivel del mar en un día del año en particular. Comúnmente se conocen como “mareas altas” y “mareas bajas” respectivamente, y su origen se debe a la rotación de la Tierra y la forma en que la gravedad lunar y solar deforman los océanos. Aproximadamente ocurren dos pleamares cada 12 horas y 48 minutos, intervalo de tiempo determinado principalmente por la rotación de la tierra y el desfase de la órbita de la luna.

Productividad primaria: La producción primaria es la síntesis de sustancias orgánicas por organismos autótrofos (principalmente fitoplancton) a partir de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico o acuoso. En general, la productividad marina es similar a la



terrestre. La producción neta marina es de aproximadamente 35,000-50,000 millones de toneladas métricas por año, mientras que la producción terrestre alcanza los 50,000-70,000 mil millones de toneladas por año.

Saturación de oxígeno: En ambientes acuáticos, la saturación de oxígeno en unidades de porcentaje (%) es una relación entre la concentración de oxígeno disuelto y la cantidad máxima de oxígeno que se disolverá en ese cuerpo de agua, a la temperatura y presión que constituyen las condiciones de equilibrio estable. Por ejemplo, en condiciones ideales en que el agua se encuentra bien aireada y sin productores o consumidores de oxígeno se dice que está 100% saturada de oxígeno.

Sistemas frontales: Los sistemas frontales corresponden a zonas de baja presión que transportan masas de aire frío desde las latitudes australes, las cuales al encontrarse con aire más cálido y húmedo proveniente de latitudes subtropicales, producen inestabilidad atmosférica que puede generar cambios abruptos en las condiciones meteorológicas, como la temperatura, el viento, la presión atmosférica y las precipitaciones.

Surgencia: La surgencia, o afloramiento de aguas profundas, es un proceso oceanográfico resultante de la interacción entre el viento, la superficie del mar y la rotación de la Tierra, cuyo resultado es el movimiento y reemplazo de las aguas superficiales del océano por agua más profunda. El viento que sopla paralelo a la costa, de sur a norte en el hemisferio sur, provoca el movimiento o transporte del agua superficial hacia mar abierto (hacia el oeste). Este transporte del agua superficial (llamado transporte de Ekman) permite que aguas más profundas la reemplacen. Estas aguas más profundas son más frías, lo que genera fuertes contrastes en la temperatura superficial del mar, pero también presentan elevados niveles de nutrientes que estimulan el crecimiento de las microalgas o fitoplancton. Finalmente, las aguas de surgencia también presentan altas concentraciones de CO₂ (elevada acidez) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto lo que genera eventos locales de acidificación y desoxigenación del océano, respectivamente.

Temperatura superficial del mar (TSM): Corresponde a la temperatura obtenida utilizando la percepción remota satelital del mar. Esta aplicación es posible debido a que todo cuerpo emite energía electromagnética de acuerdo, principalmente a su temperatura. Los instrumentos satelitales (también llamados sensores) captan la emisión de superficie del mar, y se obtiene lo que se denomina temperatura superficial del mar (TSM) con un grado adecuado de confiabilidad ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Zona fótica: Es la capa superior del océano, más cercana a la superficie. En esta zona penetra la suficiente luz para permitir la fotosíntesis, la que es realizada por el fitoplancton, así como también por las algas fijas en la superficie. La profundidad a la que se extiende la zona fótica está determinada en gran medida por la densidad de la materia que se encuentra suspendida en el agua.

Zonas mínimas de oxígeno (ZMO): Son regiones del océano con bajo contenido de oxígeno (menores a 1 ml por litro), que generalmente se encuentran entre 100-1000 m de profundidad. Estas masas de agua pobremente ventiladas por la circulación oceánica de gran escala que se generan debido a la combinación de una circulación relativamente lenta y altas tasas de respiración de la materia orgánica. Las ZMOs cumplen un rol clave en el ecosistema marino y el clima, por ejemplo, comprimen el hábitat de los organismos ya que representan una barrera respiratoria e interviene en los ciclos biogeoquímicos globales (nitrógeno, carbono y fósforo, entre otros) y, en consecuencia son consideradas como una fuente de gases invernadero (óxido nitroso).



» ANEXOS



» Parámetros e instrumentos de las estaciones de monitoreo costeras

Estación Coordenadas Lat/Lon (WGS-84)		Instrumentos de Medición			Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución
	Parámetro	Unidad	Altura de ubicación	Marca/Modelo			
Punta de Choros (7 msnm) 29°14'50”S, 71°28'5”O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	1,5 m	Campbell 107	-35° a +50°C	± 0,2°C	0,01°C
	Velocidad del viento	m/s	2 m	RM Young Marine Wind Monitor Model 05106	0 a 100 m/s	± 0,3 m/s	0,1 m/s
	Dirección del viento	°	2 m	RM Young Marine Wind Monitor Model 05106	0 a 360°C	± 3°	0,01°
	Radiación Solar Global	W/m2	2 m	Licor Li200	400 a 1100 nm	± 5%	0,1
	Presión Atmosférica	hPa	2 m	Vaisala PTB110	500 a 1100 hPa	±0,3 hPa	0,1 hpa
	Precipitación	mm	1,5 m	Texas Instrument TR-525M	0 a 700 mm/h	2 mm	1%
Tongoy Balsa (0 msnm) 30°16'30”S, 71°33'42”O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	1,5 m	Termistor Beta Therm/T109 (10K3A1iA)	-50°C a +70°C	± 0,2°C	0,1°C
	Velocidad del viento	m/s	5 m	Anemómetro RM Young/ Model 86000	0 a 75 m/s	30 m/s ± 2%	0,01 m/s
	Dirección del viento	°	5 m	Anemómetro RM Young/ Model 86000	0 a 360 °	± 2°	0,1°
	Presión Atmosférica	hPa	2 m	Vaisala/PTB110	500 a 110 hPa	± 0,3 hPa a 20°C	0,1 hPa
	OCEANOGRÁFICO						
	Oxígeno del agua	mL/L	-10 m	WetLabs/WQM	-	0,2 mL/L (a 0°C y 35 psu salinidad)	0,003 mL/L
	Saturación de oxígeno	%	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 120% saturación	2% de saturación	0,035% de saturación (0,003 mL/L a 0°C, 35 psu)
	Conductividad	S/m	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 9 S/m	0,0003 S/m	0,0005 S/m
	Temperatura del agua	°C	-10 m	WetLabs/WQM	-5°C a 35°C	0,002 °C	0,001 °C
	Clorofila	mg/m³	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 50 mg/m³	0,015 mg/m³	0,01 mg/m³
	Turbidez	NTU	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 100 NTU	0,013 NTU	0,04% FSNTU



Estación Coordenadas Lat/Lon (WGS-84)		Instrumentos de Medición			Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución
	Parámetro	Unidad	Altura de ubicación	Marca/Modelo			
Punta Lengua de Vaca (17 msnm) 30°14'42"S, 71°37'59"O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	2 m	Vaisala/HMP155	-80°C a 60°C	± 0,2°C	0,001°C
	Humedad Relativa	%	2 m	Vaisala/HMP155	0 a 100%	± 1% RH	0,001%
	Velocidad del viento	m/s	5 m	RM Young/5103 Wind Monitor	0 a 100 m/s	± 0,3 m/s	0,01m/s
	Dirección del viento	°	5 m	RM Young/5103 Wind Monitor	0 a 360°C	± 3°C	0,01°
	Presión Atmosférica	hPa	2 m	Sutron/5600-0120	500 a 1100 mb (hPa)	± 0,5 mb	0,01 mb
	Precipitación	mm	1,5 m	Texas Instrument TR-525M	0 a 700 mm/h	2 mm	1%

» Procedencia de los datos analizados

PARÁMETRO	PRODUCTO SATELITAL	INSTITUCIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL (EN KM) / TEMPORAL	FIGURA DEL BOLETÍN
Temperatura superficial del mar (TSM)	HadISST y ERSSTv5	The Hadley Centre (UK) y the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	~100 km / mensual	2
	Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA)	UK Meteorological Office	~4 km / diario	1
	Multi-Scale Ultra High Resolution (MUR) Sea Surface Temperature	NASA	~1 km / diario	6 y 7
Índices El-Niño Chileno y El-Niño Este Pacífico	HadISST y ERSSTv5	The Hadley Centre (UK) y the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	~100 km / mensual	2
Nivel del mar	Ocean Surface topography from Altimetry (JASON3)	Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)	~25 km / diario	3
Viento (velocidad y dirección)	Satellite Metop, instrumento Advanced SCATterometer (ASCAT)	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)	~27 km / diario	4 y 5
Clorofila superficial	Aqua, Suomi-NPP, Sentinel-3a, JPSS-1 (NOAA-20), Sentinel-3b	Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)	~4km / diario	8 y 9

Boletín
CEAZAMar
JULIO
2026

