



Boletín CEAZAMar

JULIO 2025





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
» PRONÓSTICO A CORTO PLAZO	24
» Temperatura Superficial del Mar (TSM), oleaje, mareas y viento	24
» INFOGRAFÍA	25
» GLOSARIO	26
» ANEXOS	30
» Parámetros e instrumentos de las estaciones de monitoreo costeras	30
» Procedencia de los datos analizados	31





» ¿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, 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).

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](#).

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, José Luis Castro, Josse Contreras, Boris Dewitte, Jorge Inostroza, Cristian Orrego, Marcelo Rivadeneira, José Rutllant, Víctor Aguilera

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

Comité externo:

Guillermo Molina (Programa Transforma MASMAR), Héctor Téllez (Asociación de Industriales Pesqueros)

Equipo directivo CEAZA:

Carlos Olavarría, Claudio Vásquez

Agradecimientos:

Proyecto Fondecyt 11190999

Citar como:

Boletín CEAZAMar - Julio (2025). Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Marzo - Mayo 2025). 31 páginas. DOI: <https://doi.org/10.6084/10.6084/m9.figshare.28846853>





» RESUMEN



El Boletín CEAZAMar ofrece un diagnóstico de las condiciones atmosféricas y oceanográficas en el Pacífico Suroriental, con énfasis en la Región de Coquimbo, correspondiente al trimestre del 1 de marzo al 29 de mayo de 2025. Este periodo abarca el final del verano y gran parte del otoño, donde las condiciones oceánicas locales están influenciadas por la radiación solar intensa, la variabilidad en vientos favorables a la surgencia y perturbaciones del Pacífico ecuatorial.

En el Pacífico ecuatorial, predominaron condiciones neutrales del ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), aunque se observaron anomalías mayormente positivas de temperatura superficial del mar (TSM) frente a Perú y Ecuador durante marzo. En abril, frente a las costas de Chile —especialmente entre 20° y 30°S— se registraron anomalías negativas de temperatura entre -1 y -2°C, sugiriendo una intensificación de la surgencia costera o la influencia de masas de agua más fría. En mayo, las anomalías cálidas se debilitaron en general, tanto en el Pacífico ecuatorial como frente a la costa sudamericana, con el índice Niño 1+2 levemente positivo (+0.2°C) y el ONI en -1°C, confirmando una fase neutral. En la costa de Coquimbo, las anomalías de TSM fueron de -0.4°C en marzo, -1.2°C en abril y -0.3°C en mayo.

Respecto al nivel del mar, durante febrero y marzo se registraron anomalías positivas significativas en el extremo oriental del Pacífico ecuatorial —un fenómeno poco habitual—, que fue asociado a una elevación de cerca de 4 cm en Coquimbo durante marzo y abril, sin impacto notable en la TSM. Desde abril, una onda Kelvin de downwelling en el Pacífico central se propagó hacia el este, elevando el nivel del mar a lo largo de las costas de Perú y alcanzando Coquimbo a finales del trimestre.

El viento en la región oceánica frente a Coquimbo exhibió alta variabilidad, típica de una transición estacional. A principios del trimestre, se mantuvo entre 5 y 6 m/s, excepto por un periodo de menor intensidad entre el 10 y 27 de marzo. Vientos intensos por sobre los 8 m/s ocurrieron entre el 20 de marzo y el 3 de abril, seguidos de menor intensidad durante abril y principios de

mayo, con máximos locales en Punta Lengua de Vaca y Punta de Choros. En general, el viento fue favorable a la surgencia en cerca del 90% del tiempo.

Las concentraciones de clorofila superficial fueron bajas en general (<2.5 mg/m³), especialmente en La Cebada, Huettelauquén y Los Vilos, típicas del otoño con productividad limitada. Sin embargo, se registraron valores altos (>5 mg/m³) en la franja costera entre el 26 de marzo y el 14 de abril, concentrados en la bahía de Coquimbo y al sur de Los Vilos, coincidiendo con vientos favorables a la surgencia y posibles procesos locales de retención.

En la estación meteorológica automática de Punta de Choros, se registraron vientos de componente sur en cerca del 80% del tiempo, con magnitudes superiores al promedio histórico los días 30-31 de marzo, el 11 de abril y entre el 28-29 de mayo. Episodios de vientos débiles de N-NW ocurrieron entre el 5 y 13 de marzo, los 3, 18 y 28 de abril, y entre el 21 y 23 de mayo.

El índice de surgencia derivado del viento alcanzó transportes de 3.4, 3.4 y 4.1 m³/s entre el 1 y 6 de marzo, el 28 de marzo al 6 de abril, y el 24 de abril al 2 de mayo, respectivamente. El índice basado en anomalías negativas de TSM acumuló valores de 4.42/0.63 en marzo-abril y 0.71 en mayo. En Punta Lengua de Vaca, los vientos mostraron variabilidad similar a otras estaciones costeras.

En la plataforma de observación oceanográfica y meteorológica ubicada en la bahía de Tongoy, no se registraron datos de temperatura del mar, clorofila ni salinidad entre el 4 de marzo y el 5 de abril debido a mantenimiento. Para el resto del trimestre, estos parámetros se mantuvieron en general dentro de los valores climatológicos. Los índices de surgencia derivados del viento fueron similares a los de Punta de Choros, con diferencias en intensidad y duración. El índice basado en TSM alcanzó 6.8/0.39 °C durante el evento del 30 de marzo al 22 de abril, y 3.73/0.46°C en el segundo evento del 3 al 19 de mayo.



» MENSAJES DESTACADOS



- 1** Durante marzo-mayo 2025, condiciones ENOS-neutrales predominaron en el Pacífico ecuatorial (índice Niño 3.4 entre -0.1°C y $+0.4^{\circ}\text{C}$), con temperaturas superficiales del mar cerca del promedio y anomalías subsuperficiales positivas. Frente a Coquimbo, anomalías neutras en TSM y condiciones locales próximas a la normalidad. Se espera que el ENOS-neutro persista hasta agosto-octubre 2025 (56% de probabilidad), con posible desarrollo de La Niña hacia noviembre-enero 2026 (probabilidades similares a pronóstico neutro).
- 2** La actividad de ondas de Kelvin ecuatoriales mostró conexión moderada en el trimestre; anomalías positivas en el nivel del mar llegaron a Coquimbo en marzo-abril (hasta $+4\text{ cm}$), sin causar calentamiento notable en TSM. Desde abril, una onda Kelvin de hundimiento en el Pacífico central se propagó al este, elevando el nivel del mar en las costas peruanas y alcanzando Coquimbo a fines de mayo.
- 3** Los vientos en la Región de Coquimbo fueron mayormente del sur (favorable a surgencia en 84-94% del tiempo), con magnitudes de 4-6 m/s en zonas clave como Punta Lengua de Vaca y Punta Choros. Eventos de viento norte interrumpieron brevemente (ej. 13-14 de marzo), bajando la intensidad; períodos fuertes se dieron del 27-31 de marzo, 11-17 de abril y 27-28 de mayo, por sobre el promedio histórico.
- 4** La temperatura superficial del mar mostró enfriamiento progresivo estacional, con valores de $17\text{-}19^{\circ}\text{C}$ en marzo cayendo a $\sim 14^{\circ}\text{C}$ en mayo al sur de 30°S . Anomalías frías persistentes ($\sim 1^{\circ}\text{C}$ bajo el histórico) se registraron en abril en sitios como Isla Chañaral, Punta de Choros, Huentelauquén y Los Vilos, ligadas a eventos de surgencia.
- 5** Las concentraciones de clorofila superficial fueron bajas en general, típicas del otoño con productividad limitada; aún así, valores altos ($>5\text{ mg/m}^3$) aparecieron en la franja costera entre 26 de marzo y 14 de abril, enfocados en bahía de Coquimbo y sur de Los Vilos, coincidiendo con vientos favorables a surgencia y posibles procesos locales de retención.
- 6** Las observaciones in situ en la bahía de Tongoy indicaron temperaturas dentro del rango histórico, con valores $\sim 1^{\circ}\text{C}$ por debajo del promedio en eventos de surgencia de abril; La clorofila y salinidad quedaron en rangos típicos, con leves subidas post-surgencia en abril.

» PRONÓSTICOS REGIONALES Y LOCALES

CEAZAMAR provee pronósticos regionales y locales para la Región de Coquimbo para los próximos 10 días de viento en superficie, temperatura superficial del mar (TSM), oleaje y mareas (ver en www.ceazamar.cl). Más información sobre cómo se construyen los pronósticos en la página 26 de este boletín.

Pronóstico de temperatura superficial del mar (TSM), oleaje, mareas y vientos

AQUÍ



» 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.



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

Observaciones de la región Pacífico suroriental

Anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (TSM)

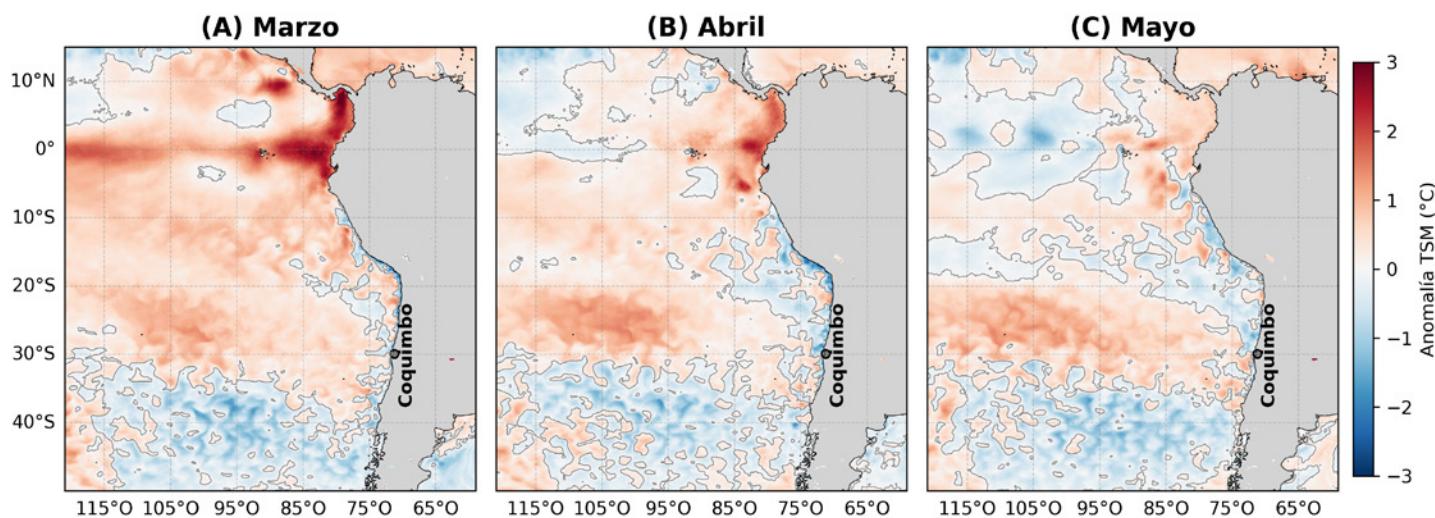


Figura 1. Anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) de (A) marzo, (B) abril y (C) mayo de 2025 para la costa occidental de Sudamérica. Las anomalías de TSM se calculan con respecto al periodo 2007-2022. Los colores rojos en el mapa indican zonas en las que la TSM mostró valores por encima del promedio histórico de ese mes, mientras que los colores azules señalan TSMs por debajo del promedio histórico de ese mes. Los contornos en gris indican las regiones en 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 2025, se observaron anomalías mayormente positivas de temperatura superficial del mar (TSM) en gran parte del Pacífico ecuatorial oriental (ver Figura 1), en un contexto de condiciones neutrales del ENOS, pero con variabilidad intraestacional marcada, especialmente en la franja costera frente a Sudamérica. En marzo, la TSM estuvo en condiciones neutrales con valores cerca o por debajo del promedio persistiendo en el centro (CEN) y este-central del Océano Pacífico ecuatorial (Niño 3.4 y 4), con anomalías cálidas entre +1 y +2 °C frente a Ecuador y el norte de Perú (Figura 1A). Este calentamiento costero fue captado por el índice Niño costero (Niño 1+2), que alcanzó +1.6 °C, indicando condiciones cálidas moderadas. En cambio, el índice ONI, basado en la región Niño 3.4, se mantuvo dentro del rango neutral (-0.2 °C), reflejando que

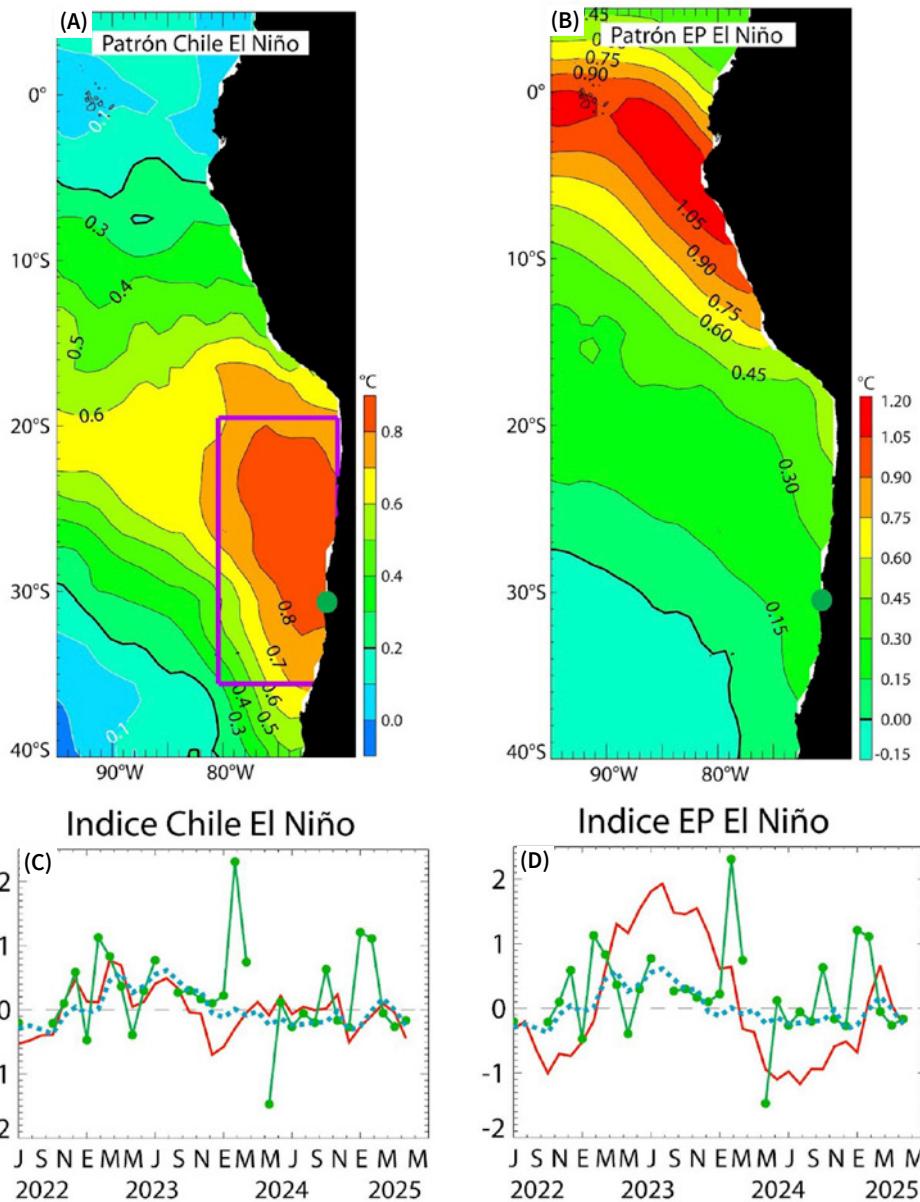
no hubo una activación de El Niño, sino un calentamiento regional acotado. Durante abril, las anomalías cálidas se debilitaron, manteniéndose en la zona ecuatorial costera, mientras que frente a las costas de Chile, especialmente entre 20°S y 30°S, se observaron anomalías negativas de temperatura entre -1 y -2 °C (Figura 1B), sugiriendo una intensificación de la surgencia costera o influencia de masas de agua más frías. En mayo, el patrón de temperatura mostró un debilitamiento general de las anomalías cálidas, tanto en el Pacífico ecuatorial como frente a la costa sudamericana (Figura 1C). Aun así, el índice Niño 1+2 se mantuvo levemente positivo (+0.22 °C), mientras que el ONI se situó en -0.1 °C, confirmando la continuidad de una fase neutra. En la costa de Coquimbo las anomalías del trimestre fueron de -0.4, -1.2 y -0.3°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). Colores y contornos indican anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (B) Patrón del modo climático El Niño (EP) del Pacífico Este. Colores y contornos indican anomalías de la TSM en °C. (C) Comparación de la evolución del índice Chile El Niño (CEN) (rojo), de las anomalías de la TSM en Tongoy entre las observaciones (verde) y la solución de un modelo estadístico (azul punteado) entre julio de 2022 y mayo de 2025. El modelo estadístico está basado en una regresión multilínea para las anomalías de TSM en Tongoy usando como predictores los dos índices climáticos (CEN y EN). (D) Comparación de la evolución del índice El Niño del Pacífico Este (en rojo) de las anomalías de la TSM en Tongoy para las observaciones (verde) y la solución de un modelo estadístico (azul) entre julio de 2022 y mayo de 2025. Las anomalías de la TSM fueron calculadas usando como referencia el período comprendido entre 1960 y 2019.

Los distintos modos climáticos (ver Figura 2 A y B) que se encuentran en el Pacífico sudeste 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, en 2024 estábamos en condiciones frías, pero a nivel regional, el índice Chile El Niño (CEN) se ha mantenido con valores neutros. A escala de la bahía de Tongoy ocurrió un evento cálido en febrero de 2025 que no se reflejó en el índice CEN, pero desde entonces, no se han observado eventos anómalos. Desde marzo 2025, la condiciones locales y regionales son cercanas a lo normal mientras se observa un retorno a condiciones neutras a cálidas en el Pacífico ecuatorial (índice EN quasi neutro).



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 influencian 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.



Nivel del Mar

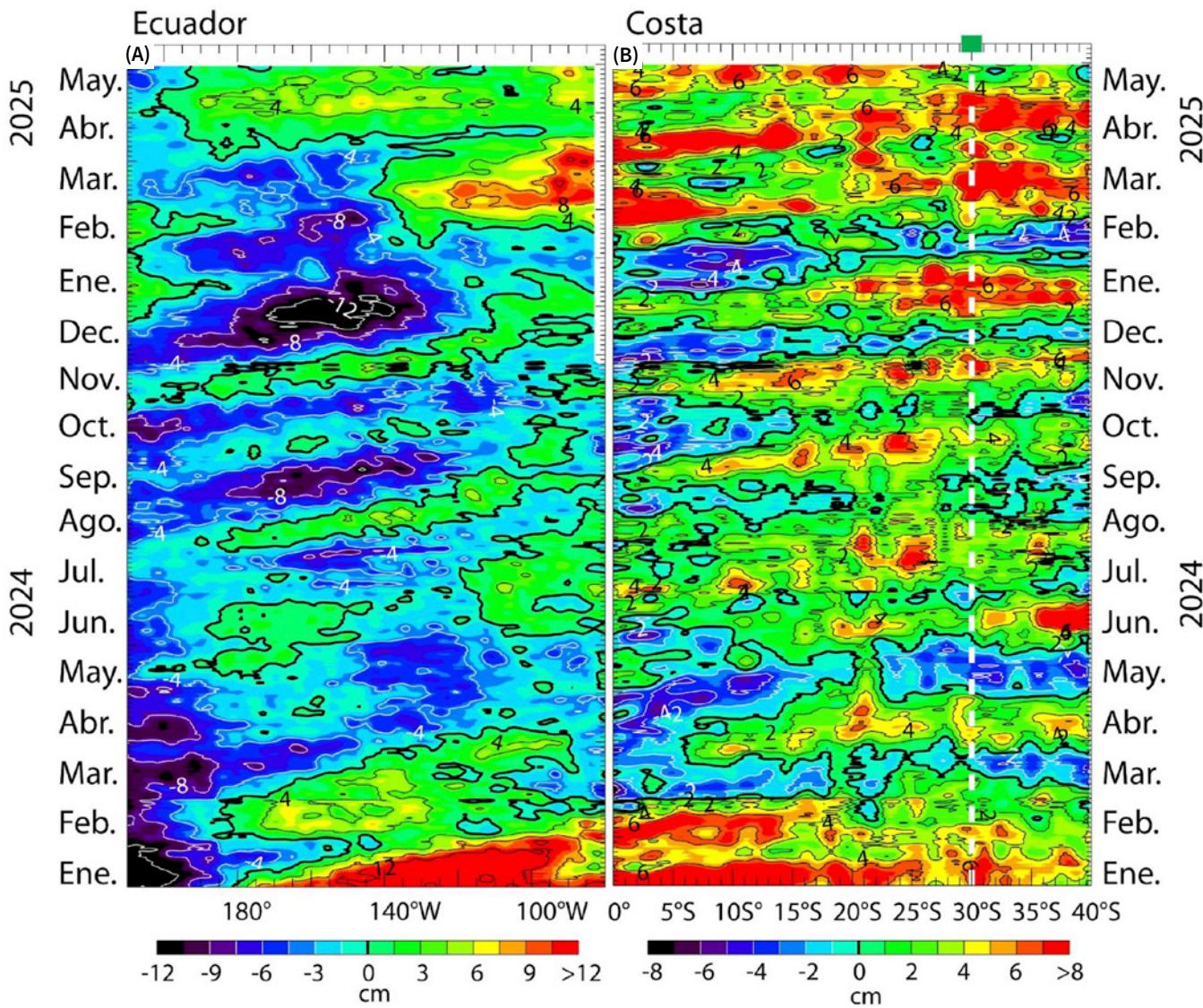


Figura 3. Evolución de las anomalías del nivel del mar a lo largo (A) del ecuador y (B) de la costa para el período comprendido entre el 1 enero de 2024 al 31 de mayo de 2025. Los cambios en el nivel del mar se muestran en centímetros (cm).

Durante el año 2024, la variabilidad del nivel del mar en Coquimbo (ver Figura 3) mostró una débil conexión con la onda Kelvin ecuatorial. No fue sino hasta comienzos de 2025 que se observó una propagación más evidente del nivel del mar desde el ecuador hacia Coquimbo. En particular, durante febrero y marzo se registraron anomalías positivas significativas del nivel del mar en el extremo oriental del Pacífico ecuatorial —un fenómeno poco habitual— que indujeron una elevación del nivel del mar en Coquimbo durante marzo y abril. Sin embargo, estas anomalías, del orden de 4 cm, no dieron lugar a anomalías cálidas en la temperatura superficial del mar. Desde abril de 2025, el Pacífico ecuatorial ha salido de la fase de La Niña, generando una onda Kelvin de downwelling en el Pacífico central, la cual se propagó hacia el este y provocó un aumento del nivel del mar a lo largo de las costas del Perú. Estas anomalías también alcanzaron la región de Coquimbo a finales del trimestre.



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.





Velocidad y dirección del viento

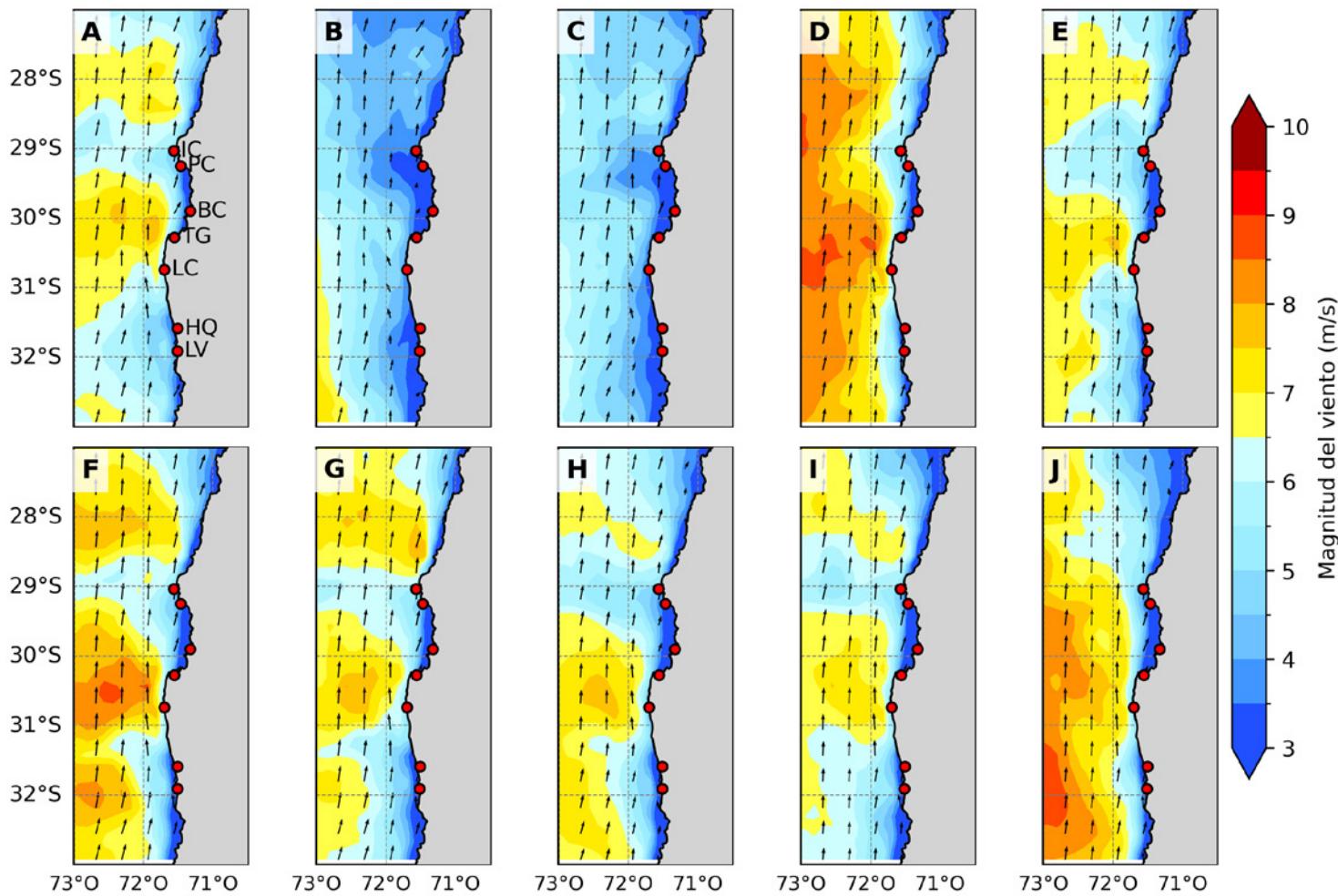


Figura 4. Promedio de la velocidad (m/s) y dirección del viento estimada a través de observación satelital a 10 metros sobre el nivel del mar frente a la Región de Coquimbo, desde el 1 de marzo al 28 de mayo de 2025. Cada imagen muestra el promedio para ambas variables (velocidad y dirección del viento) para un período de 9 días. (A) 1–9 de marzo, (B) 10–18 de marzo, (C) 19–27 de marzo, (D) 28 de marzo–5 de abril, (E) 6–14 de abril, (F) 15–23 de abril, (G) 24 de abril–2 de mayo, (H) 3–11 de mayo, (I) 12–20 de mayo y (J) 21–29 de mayo. Las flechas indican la dirección del viento y el sombreado su magnitud. Se incluyen como referencia las localidades costeras de Isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huettelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

Durante el período de marzo a mayo de 2025, la región oceánica frente a Coquimbo experimentó una variabilidad típica de un período de transición estacional, aunque más baja en relación con el trimestre del año 2024. El viento sobre la región oceánica a lo largo del período se mantuvo entre los 6 y 8 m/s, a excepción del período comprendido entre el 10 y 27 de marzo (Figura 4B y C), donde la intensidad del viento se mantuvo bajo los 5 m/s en casi toda la extensión oceánica. Los vientos más intensos del trimestre se registraron durante el 28 de marzo al 5 de abril, en la región oceánica donde superaron los

8 m/s (Figura 4D). Este evento de viento favorable a la surgencia fue seguido por un período de viento de menor intensidad, a lo largo de abril y principios de mayo (Figura 4E-H), con máximos locales frente a las regiones de surgencia, Punta lengua de vaca y de Punta Choros. En estas zonas la orografía costera favorece un aumento en la magnitud del viento favorable a la surgencia. Para el final del período se registró un aumento en la magnitud de los vientos donde superaron los 8 m/s en la región al sur de los 29°S. En general, los vientos cerca de la costa fueron consistentemente menores, con promedios entre 2 y 4 m/s.

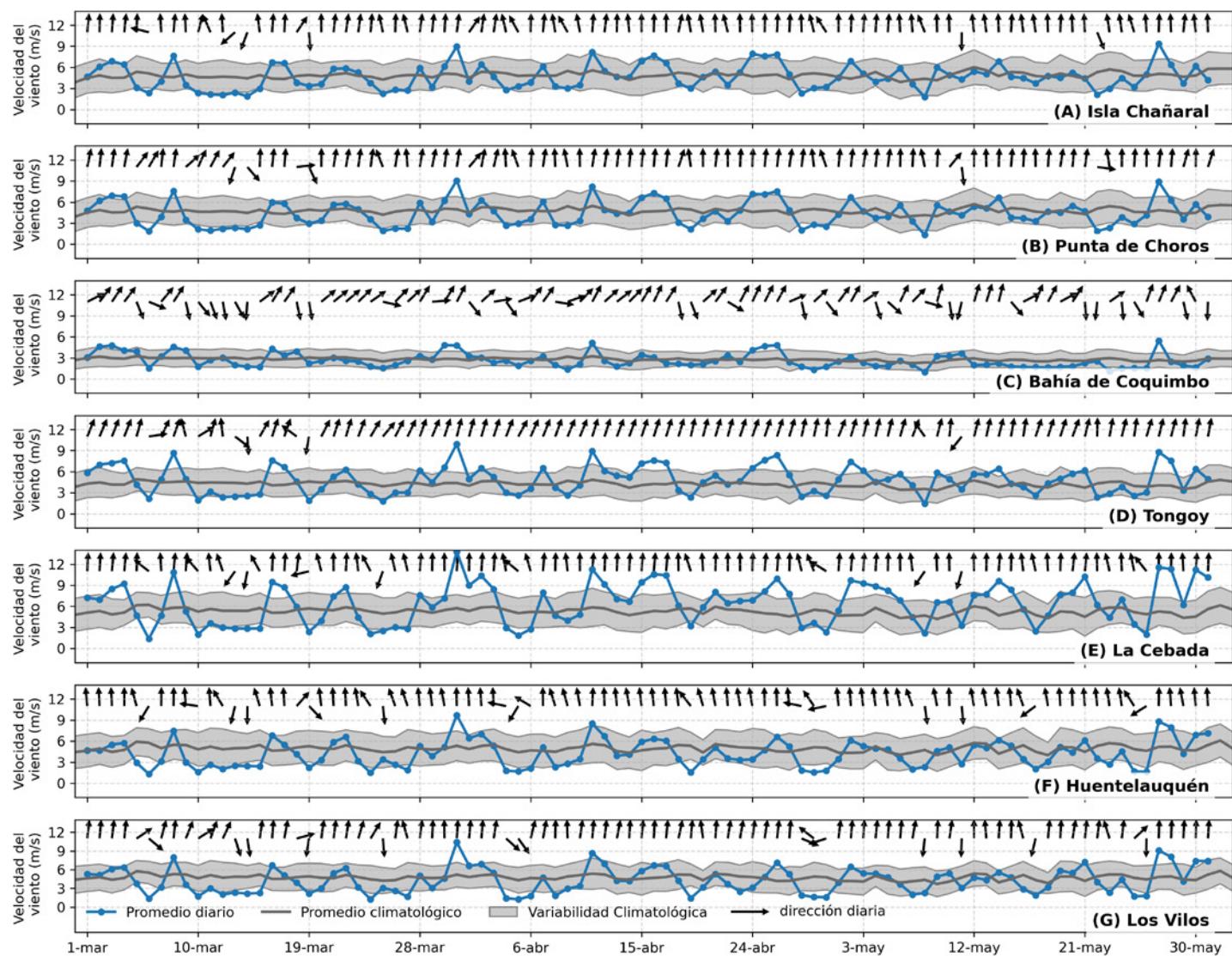


Figura 5. Series diarias de la velocidad (curva azul) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2025 (curva azul punteada). Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y su desviación estándar (sombreado azul) respecto al período histórico comprendido entre el año 2008 y 2022.

Durante el trimestre marzo-mayo de 2025, las condiciones de viento en las localidades costeras de la Región de Coquimbo (ver Figura 5) mostraron una variabilidad espacial y temporal mayor que en el trimestre del año 2024. En general, la dirección predominante del viento fue desde el sur, lo que corresponde a condiciones favorables a la surgencia costera. Isla Chañaral y Punta de Choros (Figura 5A-B) registraron vientos favorables a la surgencia en el 93,3 % de los días. De forma similar, Tongoy y La Cebada (Figura 5D-E) presentaron viento favorable el 94,4 % y 93,3 % del tiempo alcanzando los máximos regiones en magnitud con 5.7 y 6.1 m/s, respectivamente, mientras que en Huentelauquén y Los Vilos (Figura 5F-H) el viento favorable a la surgencia se mantuvo el 84,4% del tiempo. La bahía de Coquimbo (Figura 5C) fue la estación que presentó la mayor variabilidad direccional, con

62,2 % de viento favorable a la surgencia y un 28,9 % de viento desde el norte-noroeste. Esta variabilidad es coherente con la geografía local, que tiende a modificar el patrón costero de circulación atmosférica. Entre los eventos más destacados del trimestre, se encuentra el periodo comprendido entre el 10 y 15 de marzo, donde todas las estaciones registraron una disminución generalizada de la magnitud del viento, junto con un cambio en la dirección desde el norte durante los días 13 y 14, interrumpiendo temporalmente las condiciones de surgencia. En contraste, se registraron varios eventos de viento favorable a la surgencia, destacando los periodos del 27 al 31 de marzo, del 11 al 17 de abril y del 27 al 28 de mayo, durante los cuales la mayoría de las estaciones presentaron magnitudes de viento superiores al rango climatológico.



Temperatura superficial del mar (TSM)

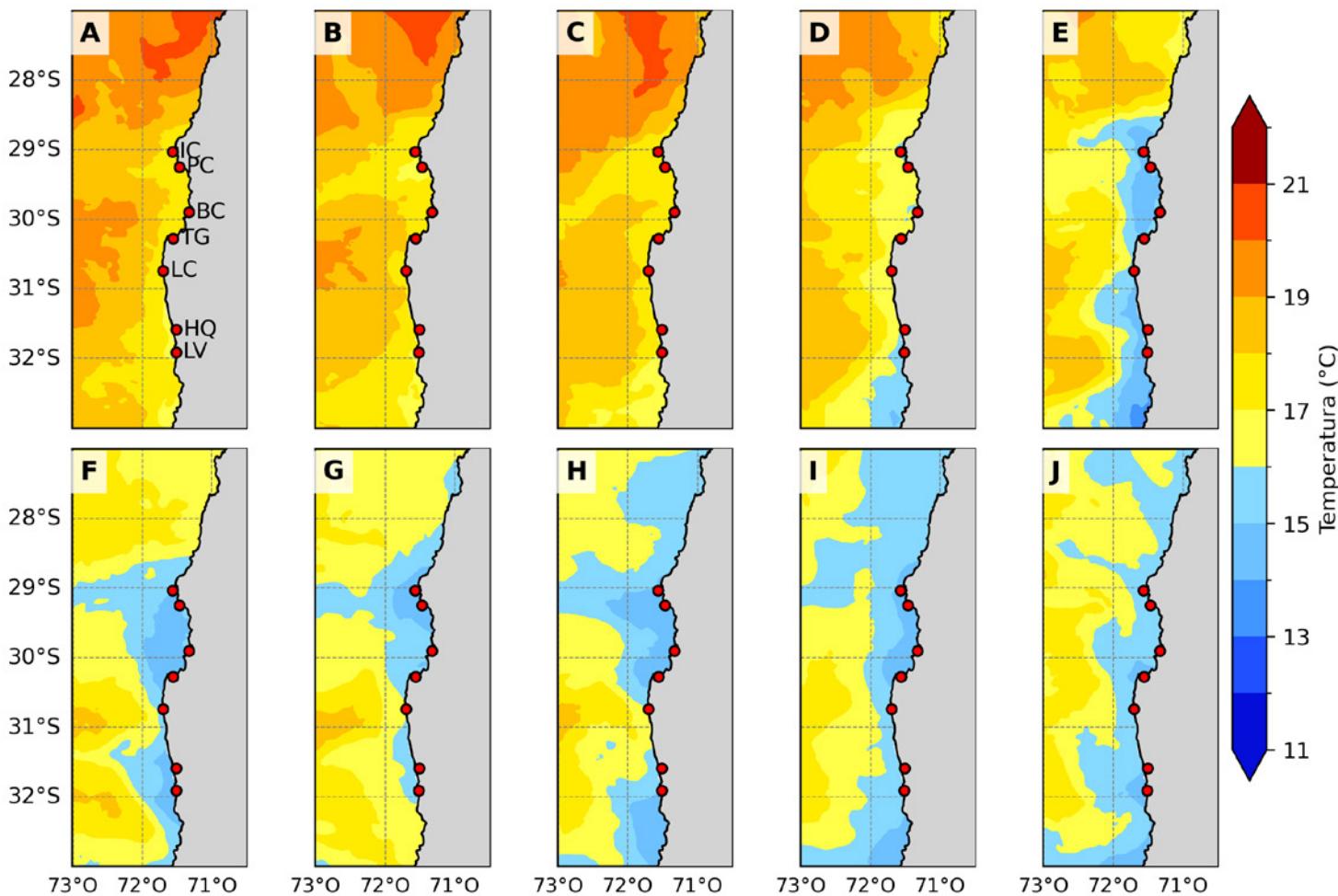


Figura 6. Temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}\text{C}$) estimada a través de la observación satelital de la superficie oceánica frente a la Región de Coquimbo desde el 1 de marzo al 29 de mayo de 2025. Cada imagen muestra el promedio para la TSM para un período de 9 días. (A) 1–9 de marzo, (B) 10–18 de marzo, (C) 19–27 de marzo, (D) 28 de marzo–5 de abril, (E) 6–14 de abril, (F) 15–23 de abril, (G) 24 de abril–2 de mayo, (H) 3–11 de mayo, (I) 12–20 de mayo y (J) 21–29 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 período de marzo a mayo de 2025, la temperatura superficial del mar (TSM) mostró una tendencia progresiva al enfriamiento, coherente con el comportamiento estacional típico de otoño (ver boletín julio 2024).

Durante marzo, las temperaturas al norte de 29°S presentaron valores máximos sobre los 19°C , mientras que al sur se observaron temperaturas entre los 17°C y 19°C

(Figura 6A-C). A inicios de abril, la zona norte mantiene temperaturas sobre los 19°C , sin embargo la región costera al sur presenta TSM cercanas a 15°C (Figura 6D).

Este enfriamiento costero se extendió de forma progresiva durante el resto del trimestre alcanzando temperaturas que se mantuvieron sobre los 14°C (Figura 6 E-J).

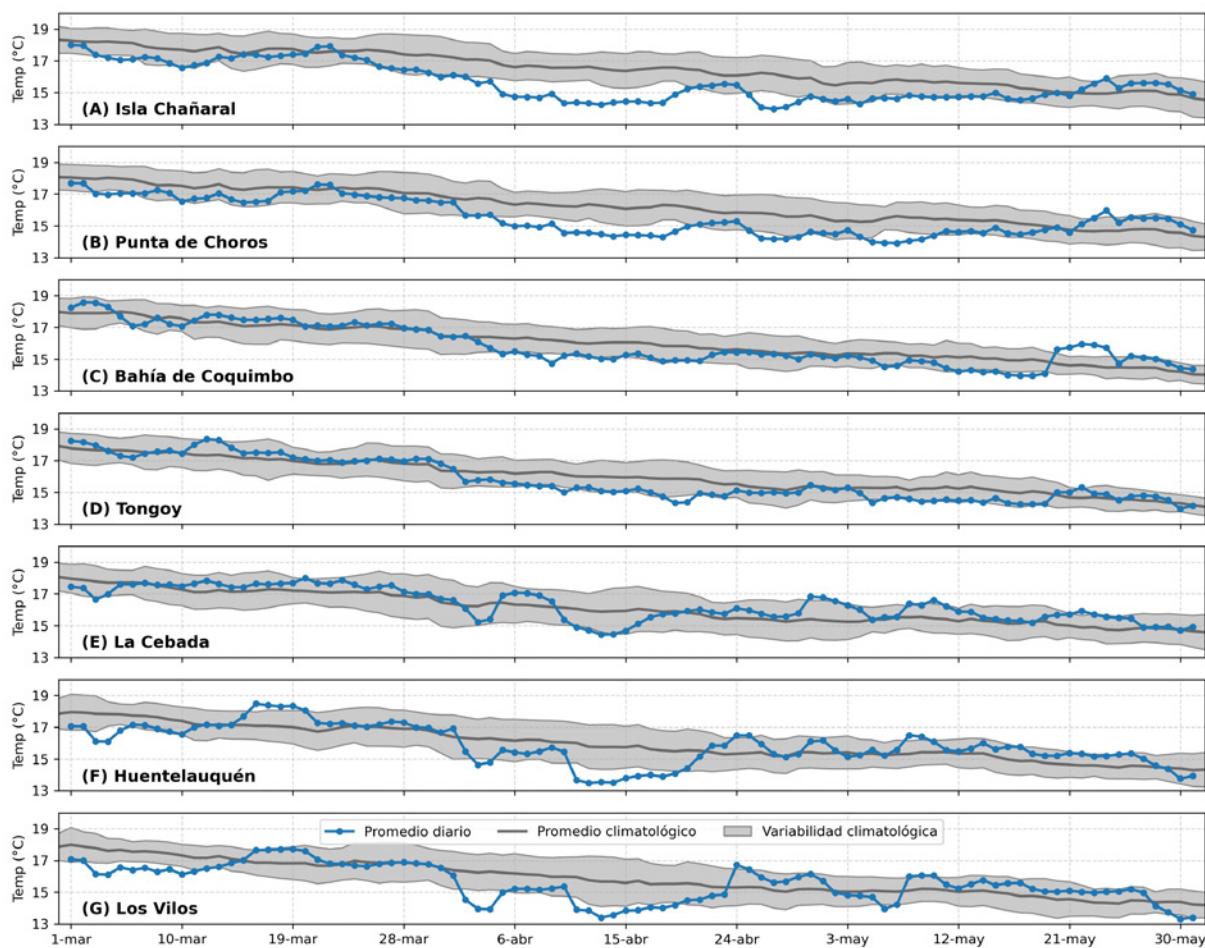


Figura 7. Series diarias de la temperatura superficial del mar (TSM) (°C) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, (D) bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huettelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2025. (curva azul punteada). Promedio diario histórico de TSM (curva negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2003 y 2022.



TEMPERATURA DEL AGUA:

La temperatura del agua depende de la radiación solar, la latitud, y de otros procesos atmosféricos-oceanográficos de diferente escala espacial y temporal. En términos generales, las aguas superficiales varían con la temperatura del aire, mientras que las más profundas se ven afectadas por las corrientes. Además, en la Región de Coquimbo, específicamente en la zona de Punta Lengua de Vaca, se encuentra uno de los focos más intensos de surgencia (ver Glosario) que produce un ascenso de aguas más profundas hacia la superficie generando una disminución en la temperatura del agua, además de modificar otras propiedades. La temperatura del agua a nivel regional también se ve afectada por procesos de mayor escala espacial, como por ejemplo las ondas de Kelvin, y temporal, como el ciclo ENOS (ver glosario). La temperatura del agua, en conjunto con otros parámetros, influyen en varios procesos biológicos-fisiológicos (crecimiento, reproducción) y en la distribución de los organismos marinos, entre otros.

Durante el período de marzo a mayo de 2025, la TSM en las localidades costeras de la Región de Coquimbo mostró una tendencia de enfriamiento progresivo, consistente con el cambio estacional hacia el otoño. Al inicio del trimestre, la TSM varió en torno a 17-18 °C en todas las estaciones costeras. A medida que avanzó el período, se observó un descenso gradual, alcanzando valores mínimos cercanos a 14 °C hacia fines de mayo.

Durante abril, las estaciones de Isla Chañaral y Punta de Choros (Figura 7A-B) presentaron anomalías frías persistentes, con temperaturas aproximadamente 1 °C por debajo del promedio histórico, condición que se mantuvo de forma sostenida entre el 3 y el 19 de abril. De forma similar, se registraron temperaturas inferiores al promedio climatológico en Huettelauquén y Los Vilos (Figura 7F-G), y en menor medida en La Cebada (Figura 7E), durante ese mismo período. Posteriormente, hacia finales de abril y durante mayo, la TSM retornó a valores dentro del rango climatológico, sin registrar anomalías significativas en las estaciones analizadas.



Clorofila superficial

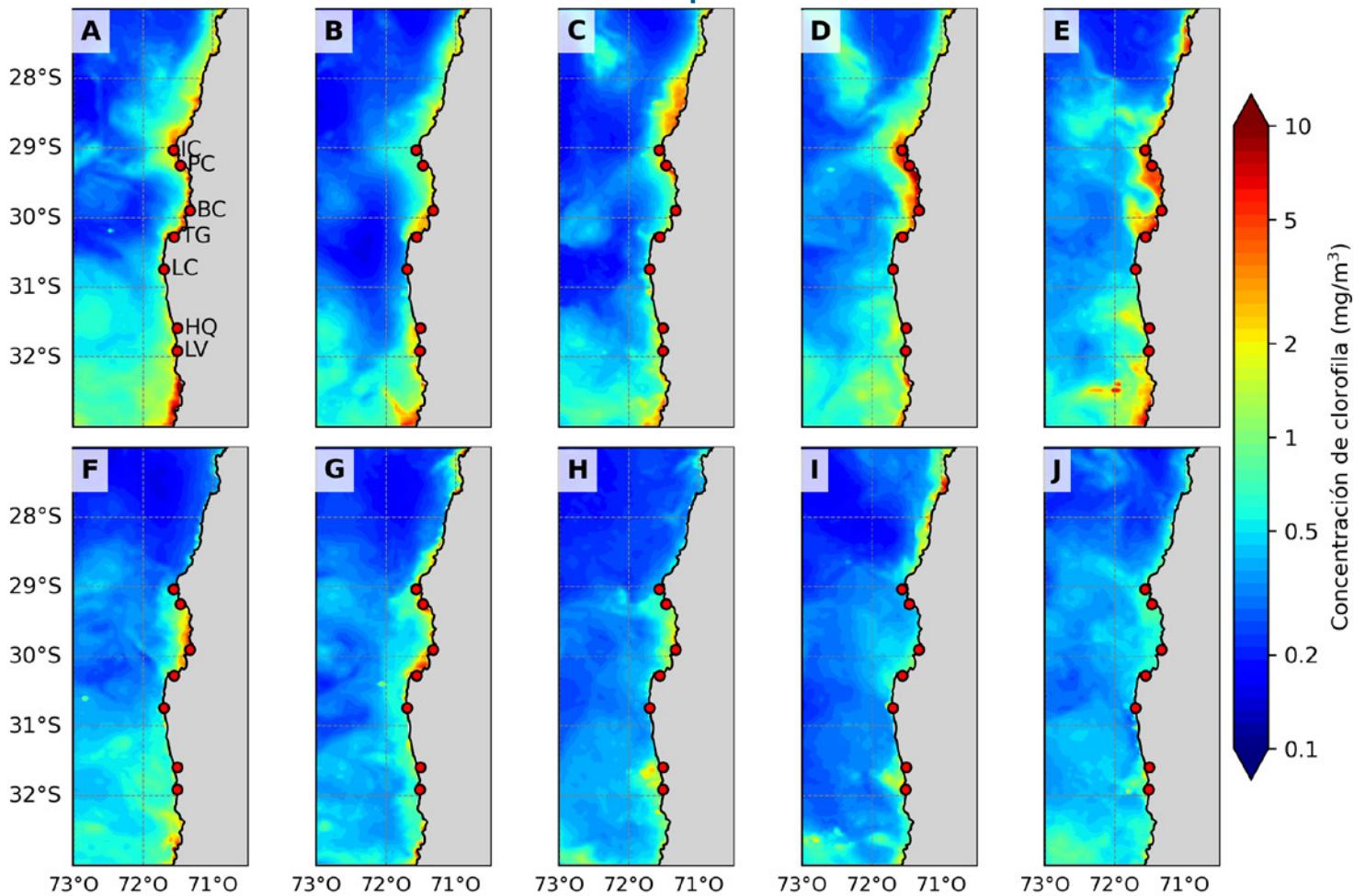


Figura 8. Concentración de clorofila superficial estimada a través de observaciones satelitales (mg/m^3) para la Región de Coquimbo desde el 1 de marzo al 29 de mayo de 2025. Cada imagen muestra el promedio para la concentración de clorofila para un período de 9 días. (A) 1-9 de marzo, (B) 10-18 de marzo, (C) 19-27 de marzo, (D) 28 de marzo-5 de abril, (E) 6-14 de abril, (F) 15-23 de abril, (G) 24 de abril-2 de mayo, (H) 3-11 de mayo, (I) 12-20 de mayo y (J) 21-29 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 período de marzo a mayo de 2025, las concentraciones de clorofila-a en la región de Coquimbo se mantuvieron en niveles bajos ($<1 \text{ mg/m}^3$), en concordancia con el patrón estacional típico del otoño austral. A lo largo del trimestre, no se observaron concentraciones que indiquen la ocurrencia de eventos de surgencia importantes, lo cual es consistente con la disminución de la actividad de surgencia en esta época del año.

No obstante, durante marzo y abril, se registraron períodos de concentraciones elevadas de clorofila ($>5 \text{ mg/m}^3$) limitadas a la franja más costera, con máximos observados entre el 28 de marzo y el 14 de abril (Figura 8D-E). Estos focos se concentraron principalmente al interior de la bahía de Coquimbo y en la zona al sur de Los Vilos, posiblemente vinculados a condiciones oceanográficas locales o efectos de retención en áreas semi-encerradas.

Posteriormente, durante la segunda mitad del trimestre, se observó una disminución generalizada en la concentración de clorofila en toda la región, sin formaciones destacadas en los sectores costeros, lo que refuerza la señal de baja productividad típica del periodo otoñal.



CLOROFILA: La clorofila es un 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 verde 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), así como las capturas de peces sujetos a pesquerías, o el éxito de la producción acuícola.

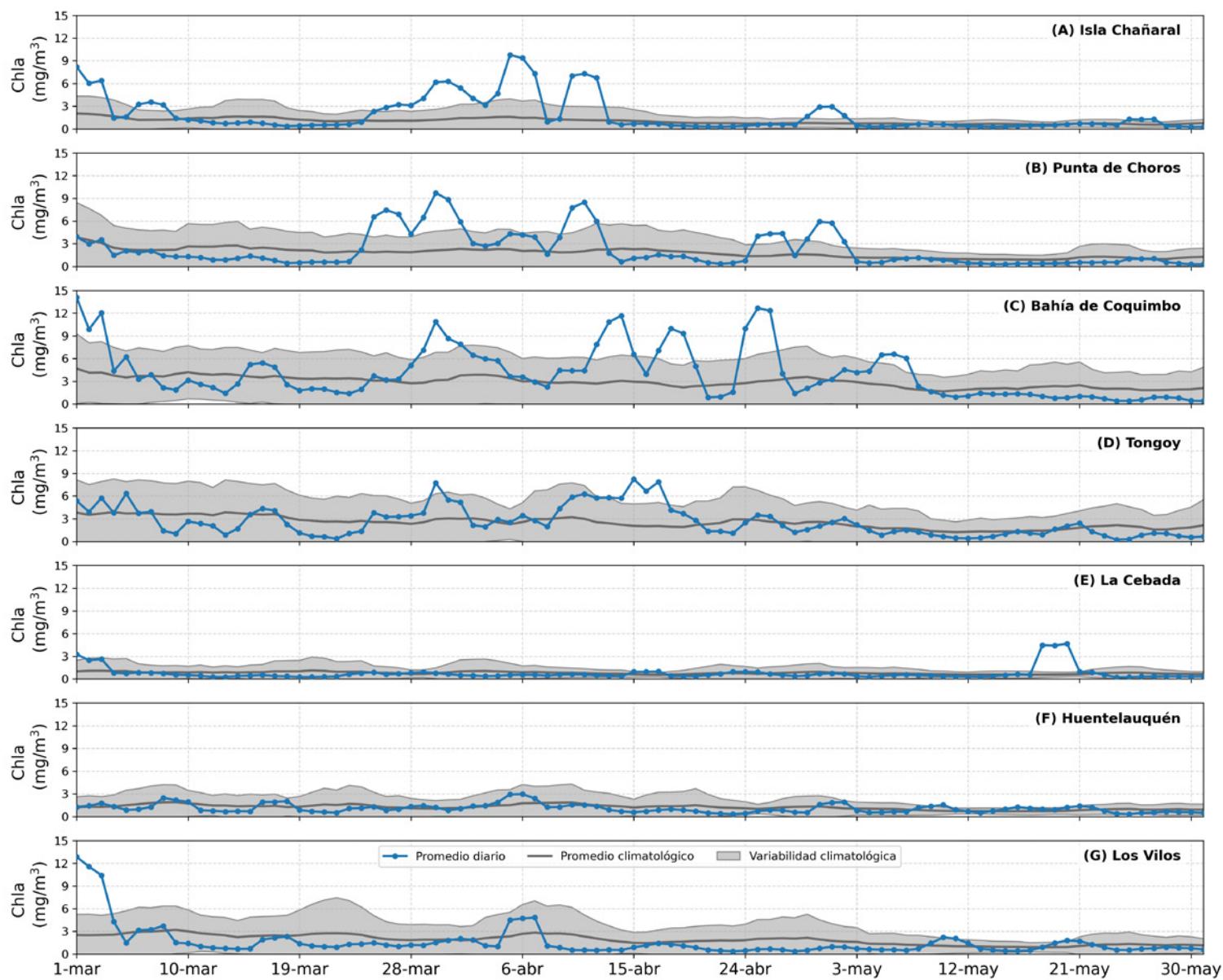


Figura 9. Series diarias de clorofila satelital (superficial) (mg/m^3) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, (D) bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos entre el 1 de marzo al 31 de mayo de 2025. Se muestran los datos diarios de clorofila (curva azul punteada), el promedio diario histórico (línea negra) y su desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 1998 y 2022.

Durante el período de marzo a mayo de 2025, las concentraciones superficiales de clorofila en las localidades costeras de la Región de Coquimbo se mantuvieron mayoritariamente bajas, en línea con el patrón estacional típico del otoño, caracterizado por una disminución en la productividad fitoplanctónica. Al inicio del trimestre, las estaciones de isla Chañaral (Figura 9A), bahía de Coquimbo (Figura 9C) y Los Vilos (Figura 9G) presentaron concentraciones por sobre el rango histórico, las que descienden rápidamente a valores por debajo del promedio climatológico durante la mayor parte de marzo.

En coincidencia con eventos de surgencia se registraron aumentos en la concentración de clorofila durante la

primera quincena de abril. Estos eventos coinciden con el período de viento favorable a la surgencia más persistente del trimestre (Figura 5), lo que sugiere eventos de surgencia costera de menor magnitud. Destaca particularmente, la bahía de Coquimbo que mostró la mayor variabilidad del trimestre, lo que sumado a la alta variabilidad en la dirección de los vientos locales (Figura 5C), sugiere posibles procesos locales de acumulación o recirculación, más que eventos regionales de surgencia. En contraste, las estaciones al sur de la región, como La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos (Figura 9E-G) presentaron concentraciones consistentemente por debajo del promedio climatológico, con escasa variabilidad a lo largo del trimestre y estructuras relativamente estables, sin eventos destacados de aumento de clorofila.

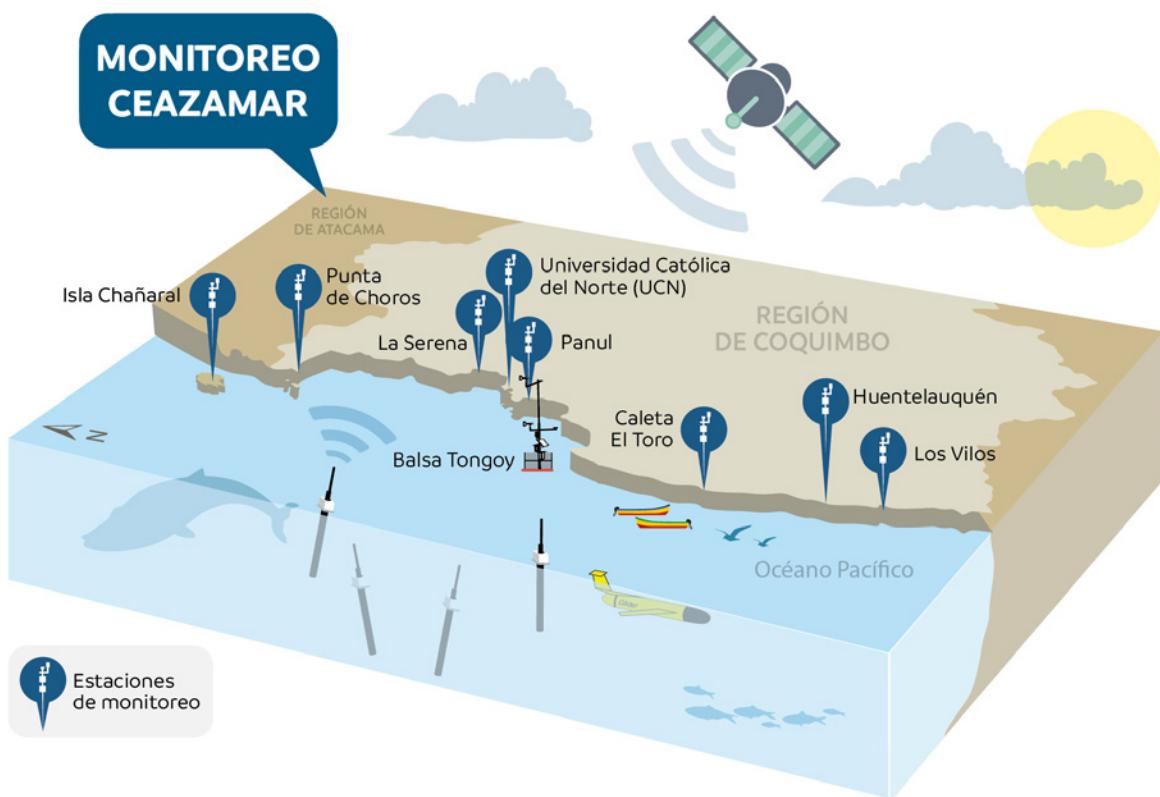


Observaciones locales

» 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 de la bahía de Tongoy. 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 mantenimiento a la plataforma y se registraron cerca de 2 meses de datos oceanográficos.

La balsa de Tongoy se encuentra en un área concesionada para la empresa acuícola OSTIMAR S.A. quien colabora

en su mantenimiento y operatividad. Además, la balsa de Tongoy es 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, su salinidad, el oxígeno disuelto, la clorofila y turbidez de la bahía de Tongoy. Estos datos son 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 2025, los vientos registrados en la Estación Meteorológica Automática (EMA) CEAZAMET de Punta de Choros (ver Figura 10) estuvieron dominados por condiciones favorables a la surgencia, con un 80,5 % de los días presentando dirección sur o sureste. Esta persistencia fue interrumpida por varios episodios de viento norte-noroeste, especialmente entre el 5 y 13 de marzo, y los días 3, 18 y 28 de abril, así como entre el 21 y 23 de mayo. Estos eventos se asociaron a una disminución en la magnitud del viento, destacando por valores por debajo del promedio climatológico.

En contraste, se identificaron tres eventos de viento favorable a la surgencia con magnitudes superiores al rango histórico: los días 3, 8, 16, 30 y 31 de marzo, el 11 de abril y entre el 26–28 de mayo.

En términos de intensidad, los vientos durante el trimestre presentaron magnitudes similares entre meses, con promedios de 1.4 m/s (2.7 nudos) en marzo, 1.2 m/s (2.3 nudos) en abril, y 1.3 m/s (2.5 nudos) en mayo.

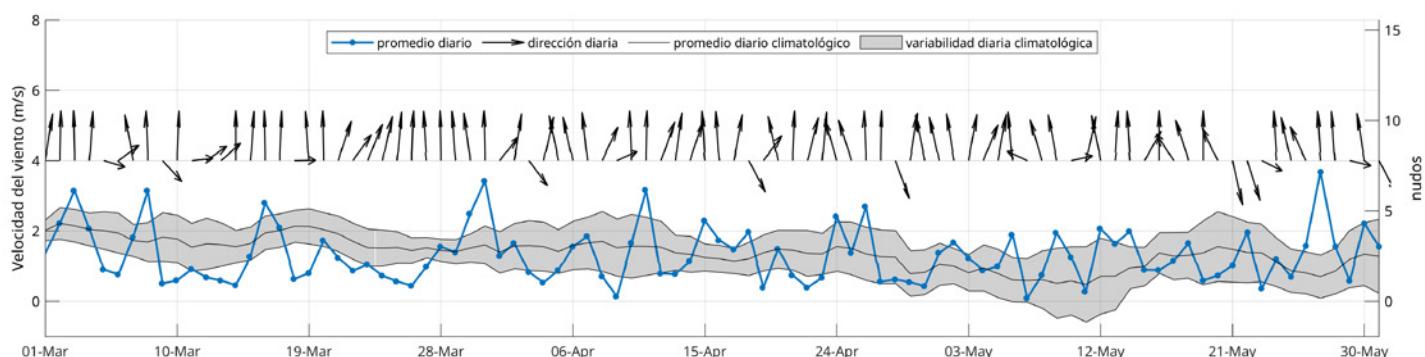


Figura 10. Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio diario (m/s y nudos) medido por la estación CEAZAMET en la localidad de Punta de Choros desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2025. Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y su desviación estándar respecto al período histórico comprendido entre el año 2016 y 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

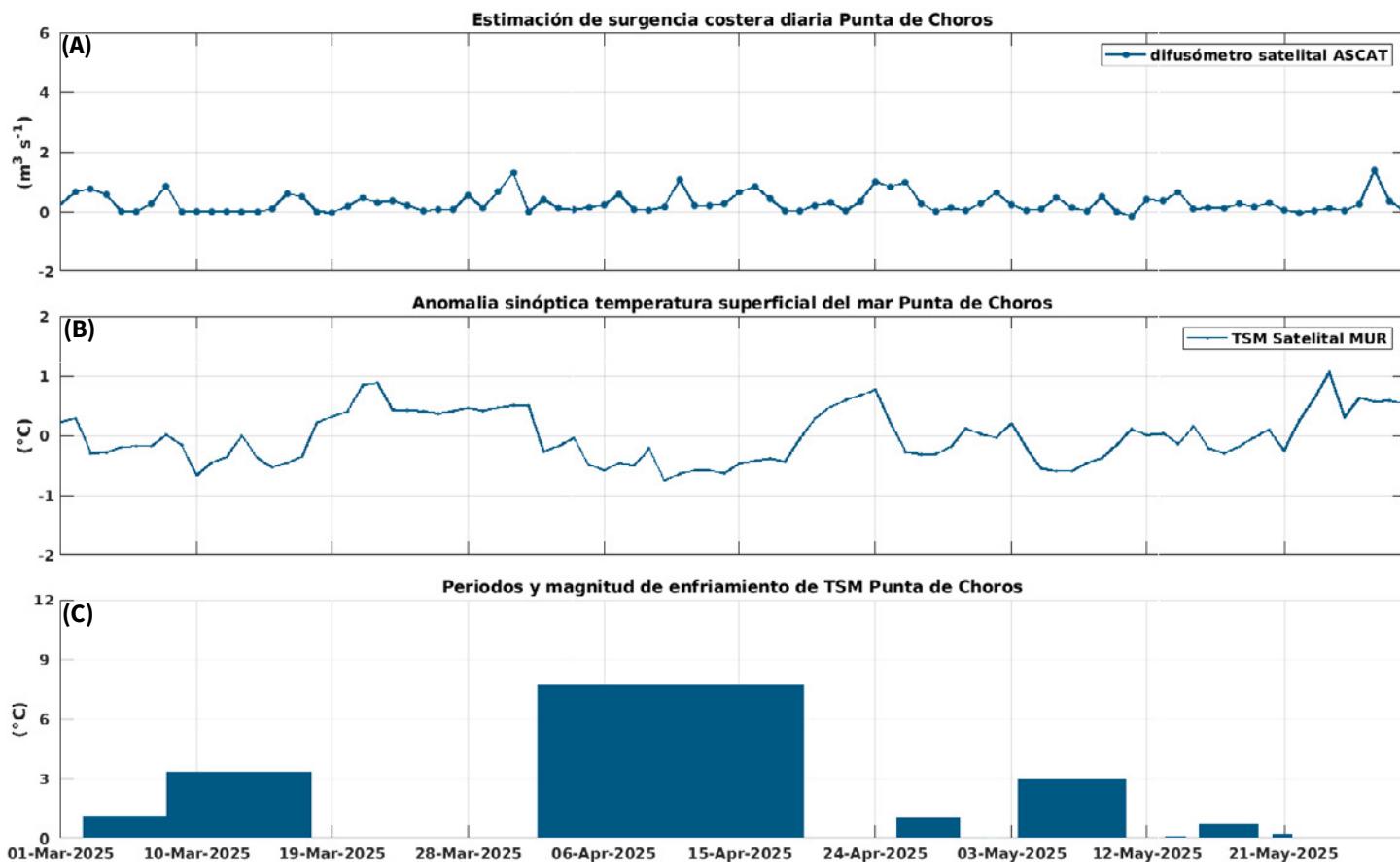


Figura 11. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en Punta de Choros entre el 1 de marzo al 29 de mayo de 2024. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) (°C). (C) Índice termal 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.

Con respecto a los indicadores de surgencia en Punta de Choros (ver Figura 11), el índice derivado del viento registró tres períodos con transporte de surgencia de importancia, estos eventos acumularon transporte de surgencia de 3.4, 3.4 y 4.1 m³/s entre el 1 al 9 de marzo, 28 de marzo al 5 de abril y 24 de abril al 2 de mayo, respectivamente. La comparativa con el trimestre anterior indica un nivel de la actividad del viento ligeramente inferior (ver boletín abril 2025) acumulando un transporte de surgencia de 25.6 m³/s versus 28.6 m³/s durante el actual.

Respecto a los índices de surgencia obtenidos a partir de las anomalías negativas de la TSM, destacamos los períodos entre el 2 al 17 de marzo y desde el 31 de marzo al 19 de abril, durante los primeros dos períodos de transporte máximo antes indicado. Estos eventos de enfriamiento registraron una duración de 15.5 y 19.2 días, respectivamente acumulando una anomalía / enfriamiento de TSM de 4.42 / 0.83 °C y 7.70 / 0.13 °C respectivamente. Ambos eventos de surgencia se asociaron con los períodos de mayor concentración de clorofila, reducción de temperatura e intensidad de viento 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

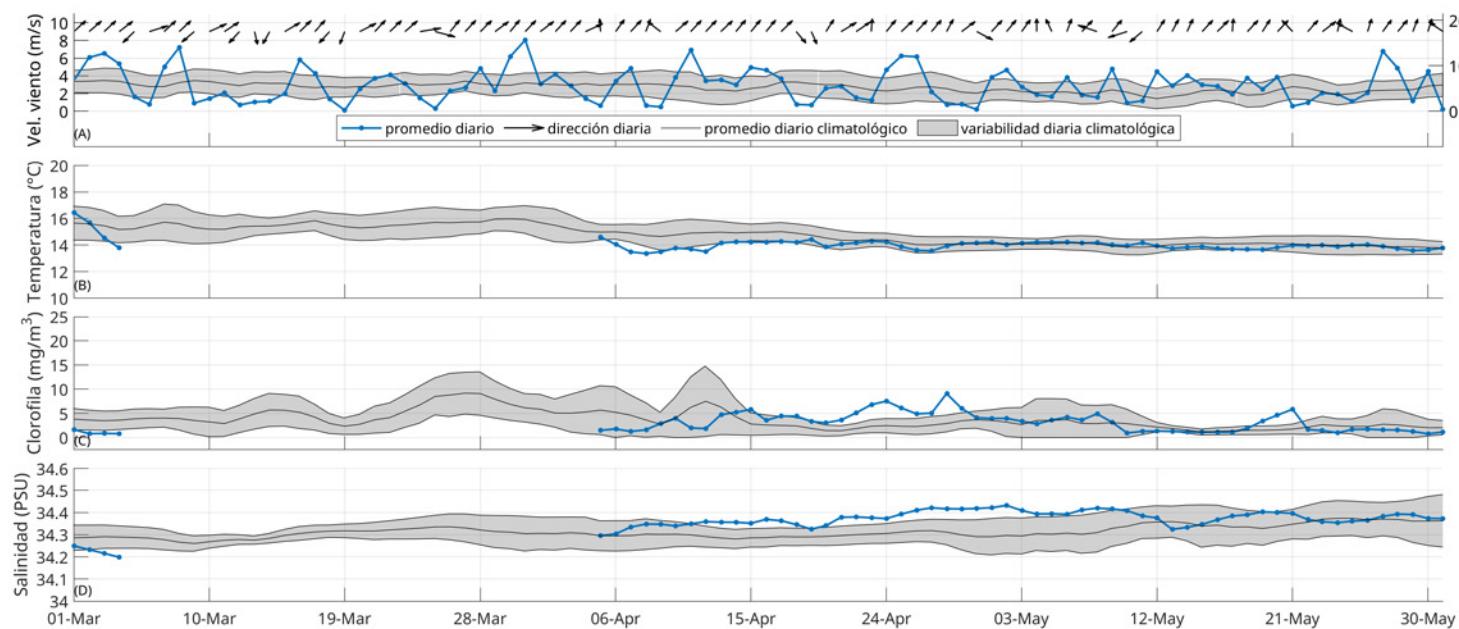


Figura 12. (A) Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) en Punta Lengua de Vaca (PLV) desde el 1 de marzo al 31 de mayo de 2025. Promedio histórico diario (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) de la velocidad del viento en PLV calculados entre 2000 y 2022. (B) temperatura del agua (°C), (C) oxígeno disuelto (mL/L), (D) saturación de oxígeno (%), (E) clorofila (mg/m³) y (F) salinidad (psu) registrados a 10 m de profundidad por la boyas CEAZA localizada en la bahía de Tongoy. Los puntos rojos en el panel C indican días con concentración de oxígeno disuelto menores a 3 mL/L.

Durante el trimestre marzo–mayo de 2025, los vientos registrados en la estación meteorológica de Punta Lengua de Vaca presentaron, al igual que otras estaciones costeras de la región, una serie de eventos de viento norte que interrumpieron la circulación predominante desde el sur, característica de condiciones favorables a la surgencia. Estos eventos fueron particularmente evidentes durante marzo, afectando tanto la intensidad como la dirección del viento (Figura 12 A).

No se dispone de datos de temperatura, clorofila ni salinidad para el período comprendido entre el 4 de marzo y el 5 de abril, debido a labores de mantenimiento en los sensores correspondientes. Asimismo, durante todo el trimestre no se cuenta con información de oxígeno disuelto, debido a una actualización en el instrumento de medición de dicha variable.

Durante el resto del trimestre, las temperaturas superficiales del mar (Figura 12 B) se mantuvieron cercanas al promedio climatológico, salvo a mediados de abril en respuesta al incremento del viento sur favorable a la surgencia y enfriamiento, con una ligera disminución hacia finales de mayo, en línea con el avance del otoño. Las concentraciones de clorofila-a (Figura 12 C) mostraron leves aumentos durante la segunda quincena de abril, en coherencia con el satélite, y algunos repuntes aislados en mayo, aunque en general se mantuvieron dentro del rango histórico. En cuanto a la salinidad (Figura 12 D), se observaron valores estables dentro del rango climatológico.



Índice de surgencia (Bahía de Tongoy)

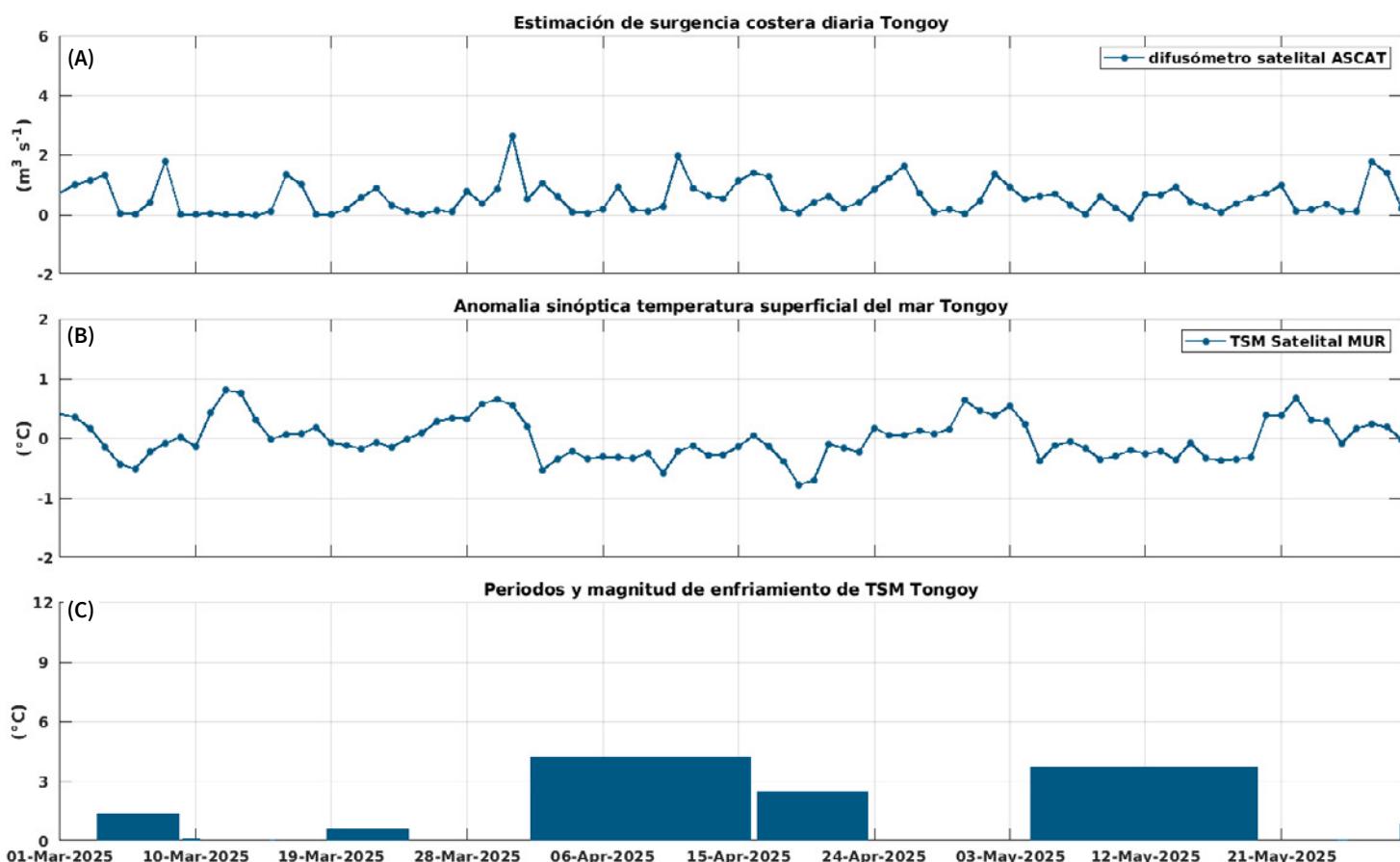


Figura 13. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en la bahía de Tongoy entre el 1 de marzo al 29 de mayo de 2025. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}C$). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento costero superficial) estimado a partir de las anomalías sinópticas (ver Glosario) de la 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.

El análisis de los índices de surgencia en la bahía de Tongoy (ver Figura 13) derivados a partir del viento, registra dos períodos con transporte de surgencia de importancia en los mismos períodos, superando en frecuencia e intensidad lo observado en Punta de Choros. Estos eventos acumularon transporte de surgencia de 6.4, 7 y 6.5 m^3/s entre el 1 al 9 de marzo, 28 de marzo al 5 de abril y 24 de abril al 2 de mayo, respectivamente. La comparativa con el trimestre anterior indica un nivel de la actividad del viento ligeramente superior (ver boletín abril 2025) acumulando un transporte de surgencia de 44 m^3/s versus 50 m^3/s durante el actual. Por otra parte, el índice de surgencia basado en las

anomalías de TSM registró dos eventos de enfriamiento de importancia, el de mayor intensidad y duración se extendió por más de 22 días, iniciándose el 30 de marzo y finalizando el 22 de abril, durante los períodos de aumento en la intensidad del viento sur este evento de surgencia acumuló una anomalía y enfriamiento integrado en el transcurso del episodio de 6.8 $^{\circ}C$ y 0.39 $^{\circ}C$, respectivamente. El otro evento se prolongó por 16 días y medio desde el 3 al 19 de mayo de 2025 con 3.73/0.46 $^{\circ}C$ de anomalía/enfriamiento integrado, respectivamente.



» 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.



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 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



LA MACHA: VIDA BAJO LA ARENA

La macha es un molusco bivalvo que habita en las costas de Chile, y en particular, en la Región de Coquimbo, donde es un recurso importante tanto desde el punto de vista ecológico como económico.



» FICHA TÉCNICA: Nombre científico: *Mesodesma donacium*

Tamaño: 9 cm máximo



Depredadores:

Aves, peces, caracoles, crustáceos

Tipo: Molusco bivalvo (es protegido por dos conchas)



Organismo poiquilotermo:

Su temperatura corporal varía según la temperatura del mar, entre los 10 y 20°C

Alimentación: Consume plancton por medio de filtración



7 cm Es la talla mínima de extracción



» ANATOMÍA



» HÁBITAT



1 Machas juveniles

Se encuentra en la zona litoral de playas de arena con pendiente suave y expuestas al oleaje intenso.

2 Machas adultas



Se pueden encontrar machas adultas hasta los 10 m. bajo el mar

» CICLO DE VIDA DE LA MACHA

Temporada de desove:

- Zona norte: Noviembre y febrero

- Zona sur: Mayo y agosto



» FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN A LA MACHA



- ✗ La extracción intensiva en zonas cercanas a la orilla afecta negativamente a los juveniles
- ✗ Aumento de la temperatura del mar
- ✗ Acidificación oceánica
- ✗ Movimiento de arena natural en las playas por aluviones
- ✗ Contaminación de las playas
- ✗ Circulación de vehículos en las playas
- ✗ Marejadas

💡 La combinación de estos factores ha llevado a una disminución notable de las poblaciones de macha en la Región de Coquimbo, generando preocupación entre las autoridades, pescadores y científicos.



» PLAN DE ADAPTACIÓN DEL SECTOR PESQUERO ARTESANAL AL CAMBIO CLIMÁTICO

- ✓ Resguardar bancos naturales
- ✓ Participar en programas de reposamiento y monitoreo oceanográfico
- ✓ Respetar tallas mínimas (7 cm) y vedas
- ✓ Considerar rotación de áreas de extracción
- ✓ Respetar la medida de administración de veda extractiva fuera del área de manejo.

En las costas de Tongoy y sus alrededores, se juntan los dos tipos machas

Ley C.P. 1998, M.R. 1998, P.D. 2000



DATO CURIOSO

“LAS MACHAS DEL NORTE NO SON IGUALES A LAS DEL SUR”

Hay dos grupos genéticamente distintos de machas.

Grupo 1: Norte, Perú y norte de Chile

Grupo 2: Sur de Chile

Redacción: Flavia M. y María Zaira Borda. Revisión: Sumner

Agradecimientos: Programa de Investigación en Población de la Acuicultura (PICA)

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 influencian 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 cirripedios o picorocos y también algunas especies de algas que se encuentran sobre las conchas de los moluscos.

ENOS: 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 acuosos, 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 mesoscala, 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 (ENOS).

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 siccia: 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”.

Mar de fondo: Se entiende como mar de fondo 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 (ENOS) 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 marinas: 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 CO_2 (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			
ATMOSFÉRICO							
Punta de Choros (7 msnm) 29°14'50"S, 71°28'5"O	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°	± 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%
ATMOSFÉRICO							
Tongoy Balsa (0 msnm) 30°16'30"S, 71°33'42"O	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 Coordinadas Lat/Lon (WGS-84)	Instrumentos de Medición				Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución
	Parámetro	Unidad	Altura de ubicación	Marca/Modelo			
ATMOSFÉRICO							
Punta Lengua de Vaca (17 msnm) 30°14'42"S, 71°37'59"O	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
2025**

