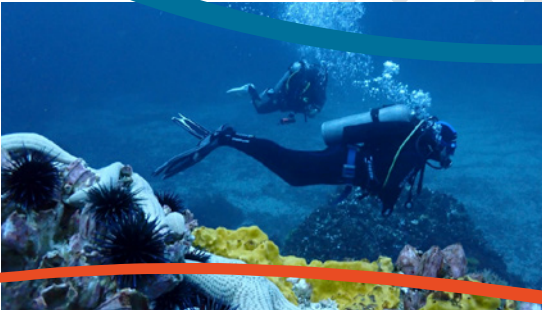
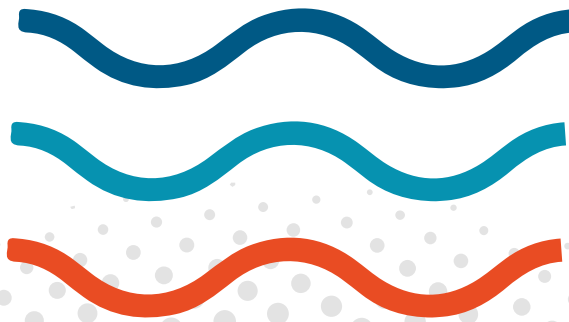




Boletín CEAZAMar ENERO 2026





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
» 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 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).

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, 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

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 - Enero (2026). Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Septiembre - Noviembre 2024). 31 páginas. DOI: <https://doi.org/10.6084/10.6084/m9.figshare.31189387>





» RESUMEN



Consistente con el fortalecimiento de La Niña en el Pacífico ecuatorial, se observaron anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, junto con una intensificación progresiva del índice Niño 3.4. Sin embargo, frente a la Región de Coquimbo ($\sim 30^{\circ}\text{S}$), predominaron anomalías cálidas que alcanzaron los $+0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, manteniéndose por sobre el promedio histórico durante todo el trimestre. El índice Chile - El Niño (CEN) se mantuvo débil; no obstante, reflejó un evento cálido persistente en la bahía de Tongoy desde agosto. Por su parte, los incrementos en el nivel del mar registrados en agosto, septiembre y noviembre de 2025 no parecen vinculados a la actividad ecuatorial ni a la propagación de ondas de Kelvin costeras.

La dinámica atmosférica estuvo marcada por una alta variabilidad sinóptica, con vientos que mantuvieron una alta persistencia favorable a la surgencia (85% - 97%), pero con una intensidad significativamente menor respecto al promedio histórico y del mismo periodo de 2024. Esta reducción en la magnitud del viento, sumada al avance estacional de la primavera y el aumento de la radiación solar, propició un incremento gradual de la TSM. Hacia la segunda quincena de noviembre, el debilitamiento sostenido de los vientos favorables a la surgencia disminuyó la eficiencia del afloramiento de aguas frías subsuperficiales ricas en nutrientes, lo que permitió un calentamiento superficial notorio que superó el rango climatológico y se prolongó hasta inicios de 2026.

En términos de productividad biológica, las concentraciones de clorofila superficial fueron notoriamente inferiores al promedio histórico y a lo observado en el ciclo anterior. Aunque en septiembre se mantuvieron valores de $1\text{--}2\text{ mg/m}^3$ y en octubre hubo picos sobre 10 mg/m^3 en la bahía de Coquimbo, la actividad fitoplanctónica general fue reducida. La menor disponibilidad de nutrientes, condicionada por la debilidad de la surgencia, provocó que hacia la segunda mitad de noviembre los niveles de clorofila disminuyeran de forma generalizada hasta alcanzar los valores más bajos del trimestre.

A escala local, el diagnóstico confirmó condiciones de surgencia menos intensas y persistentes. En Punta de Choros, el transporte de surgencia acumulado sufrió una reducción del 33% en comparación con 2024, registrándose solo tres eventos significativos de enfriamiento. En el sistema bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca, predominaron temperaturas cálidas y se detectaron episodios críticos de desoxigenación, con valores de oxígeno disuelto inferiores a 3.5 mg/L durante pulsos de surgencia en octubre y noviembre. Finalmente, el transporte total por surgencia en Tongoy también mostró una disminución sustancial respecto al año anterior, consolidando un trimestre de actividad de surgencia debilitada e incremento de temperatura del mar.



» MENSAJES DESTACADOS



1 Durante el trimestre septiembre–noviembre de 2025 el Pacífico ecuatorial se mantuvo en condiciones ENOS La Niña, estas condiciones se activaron en el mes de Octubre y se proyecta que varían a condiciones neutras en el trimestre enero-marzo de 2026 (75% de probabilidad).

3 La menor intensidad del viento se reflejó en una disminución de la duración e intensidad de los eventos de surgencia tanto en Punta de Choros como en la bahía de Tongoy, evidenciando condiciones de afloramiento más débiles y menos persistentes durante gran parte del trimestre.

5 Hacia la segunda quincena de noviembre, el debilitamiento sostenido de los vientos favorables a la surgencia permitió un marcado aumento de la temperatura superficial del mar, que generó el inicio de un período notoriamente cálido que se prolongó hasta enero de 2026.

2 Durante el trimestre en análisis, los vientos favorables a la surgencia prevalecieron en la costa de la Región de Coquimbo, sin embargo, la intensidad promedio fue menor al promedio histórico, lo que se tradujo en una reducción notoria del transporte de surgencia y un enfriamiento más débil durante gran parte del trimestre.

4 A escala regional, la temperatura superficial del mar frente a la Región de Coquimbo presentó un aumento gradual consistente con el avance de la primavera, manteniéndose mayoritariamente por sobre el promedio histórico y excediendo el rango climatológico a fines del trimestre.

6 La producción fitoplanctónica registró concentraciones menores al promedio histórico, con incrementos puntuales de clorofila asociados a eventos de surgencia durante septiembre y octubre, seguidos por una disminución generalizada hacia fines de noviembre.

» 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.

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

Anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (TSM)

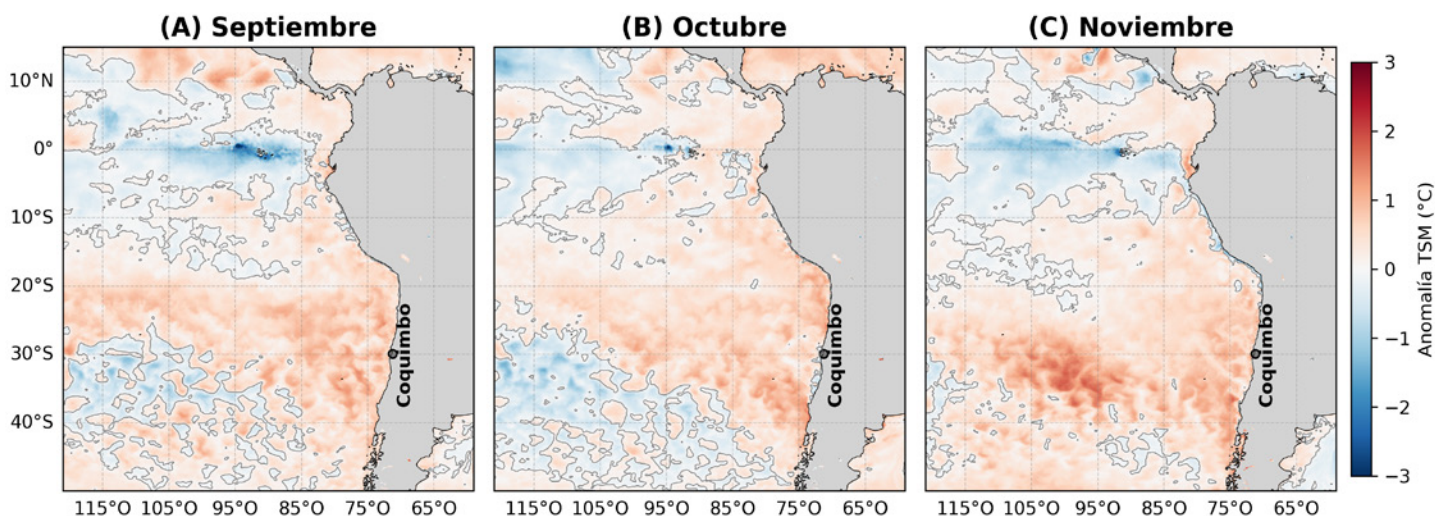


Figura 1. Anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) de (A) Septiembre, (B) Octubre y, (C) Noviembre de 2025 para la costa occidental de Sudamérica. Las anomalías de TSM se calculan con respecto al periodo 2007-2022. Los colores rojos en el mapa indican zonas en las que la TSM mostró 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 septiembre–noviembre de 2025, se observaron patrones contrastantes de anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) a escala regional (ver Figura 1).

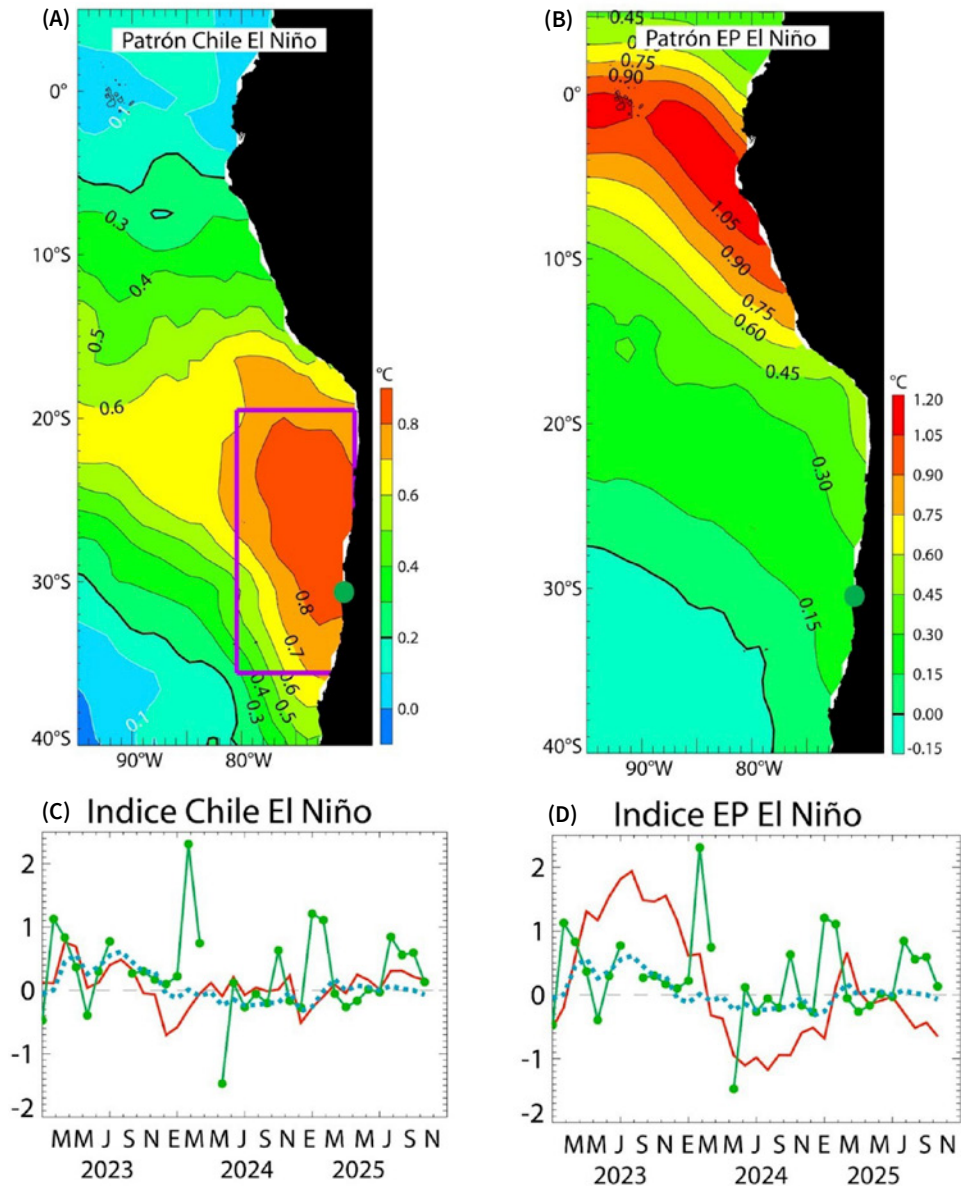
En la región ecuatorial del Pacífico, se mantuvieron anomalías negativas a lo largo de todo el periodo, con máximos locales que alcanzaron valores cercanos a -2.0 °C, consistentes con el establecimiento de condiciones La Niña en el mes de octubre. Esta señal fría se observó también en la evolución del índice Niño 3.4, el cual registró valores de -0.44 en septiembre, -0.86 en octubre y -1.22 en noviembre, indicando una intensificación progresiva de las condiciones frías hacia fines del trimestre. En contraste, hacia los 30°S

se registraron anomalías cálidas de TSM durante todo el periodo analizado, las cuales se intensificaron hacia el final del trimestre. En particular, durante noviembre se observaron valores superiores a $+1.0$ °C, evidenciando un marcado calentamiento superficial en la zona costera. A nivel local, la temperatura superficial promedio del mar frente a Coquimbo alcanzó los 13.7 °C en septiembre, $13,4$ °C en octubre y $15,1$ °C en noviembre, presentando anomalías levemente superiores al promedio histórico, con máximos cercanos a $+0,7$ °C. Este comportamiento indica la presencia de aguas superficialmente más cálidas que lo normal para la época, pese al contexto de condiciones frías asociadas a La Niña en el Pacífico ecuatorial.



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). 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 febrero de 2023 y noviembre de 2025. El modelo estadístico se basa en una regresión multilínea 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) de las anomalías de la TSM en Tongoy para las observaciones (verde) y la solución de un modelo estadístico (azul) entre febrero de 2023 y noviembre de 2025. 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 2 A 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 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 dicho cambio en las condiciones en el Pacífico ecuatorial (ver Figura 2C y 2D). A escala de la bahía de Tongoy, durante 2025 se registraron dos eventos cálidos: uno en febrero y otro más reciente en agosto de 2025. Este último se ha mantenido hasta noviembre de 2025, mostrando una evolución similar a la del índice El Niño Chile y opuesta a la del índice El Niño del Pacífico Oriental (EP). La persistencia de las anomalías cálidas asociadas a este evento es la más significativa en comparación con los eventos cálidos registrados durante los últimos tres años.



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.

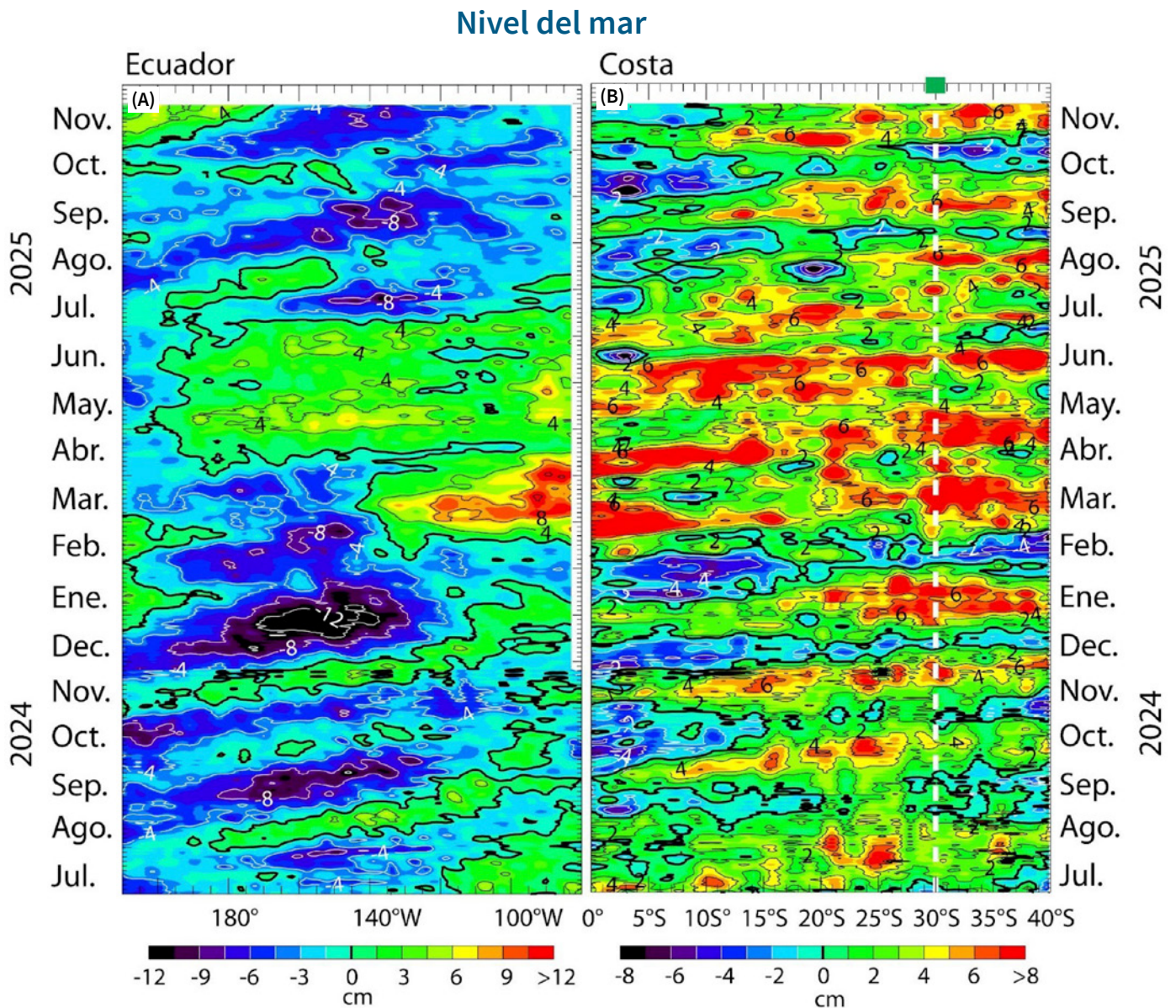


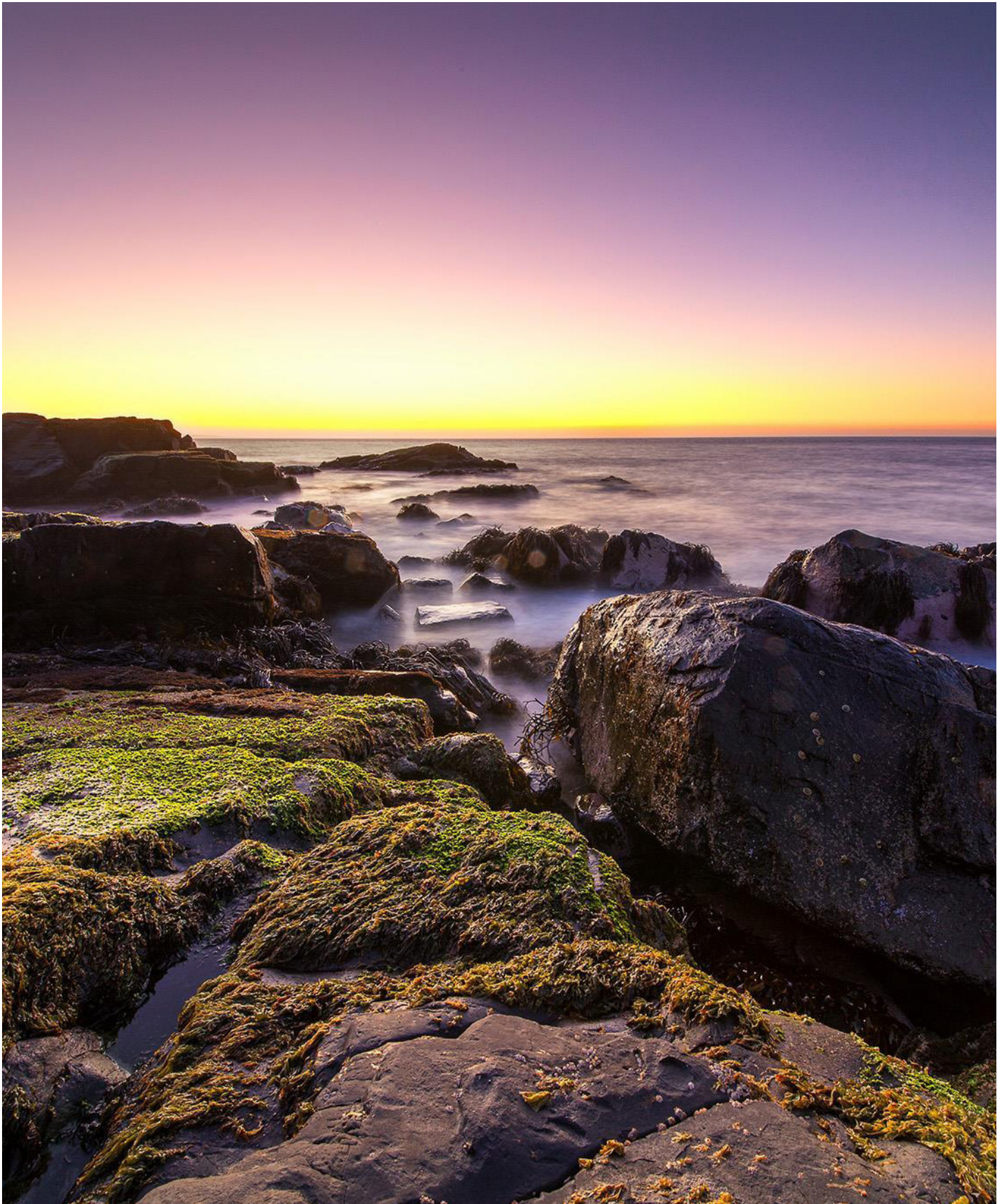
Figura 3: Evolución de las anomalías del nivel del mar a lo largo (A) del ecuador y (B) de la costa para el período comprendido entre el 1 julio de 2024 al 30 de noviembre de 2025. Los cambios en el nivel del mar se muestran en centímetros (cm).

Desde el invierno austral de 2024, el Pacífico tropical ha estado dominado, en términos generales, por condiciones neutras a frías, similares a La Niña, con la excepción de un episodio cálido puntual registrado en marzo de 2025 en el Pacífico oriental. Estas condiciones frías se reflejan en la presencia de ondas oceánicas que tienden a enfriar la superficie del mar, pero que solo se propagan débilmente a lo largo de las costas de Perú y Chile.

En la zona de Coquimbo, esto se manifiesta en una sucesión de aumentos del nivel del mar que no parecen estar directamente conectados con la actividad ecuatorial. Durante 2025, se observaron elevaciones del nivel del mar en agosto, septiembre y noviembre, lo que habría favorecido la persistencia de condiciones más cálidas de lo normal en la región (ver Figura 3).



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 la 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

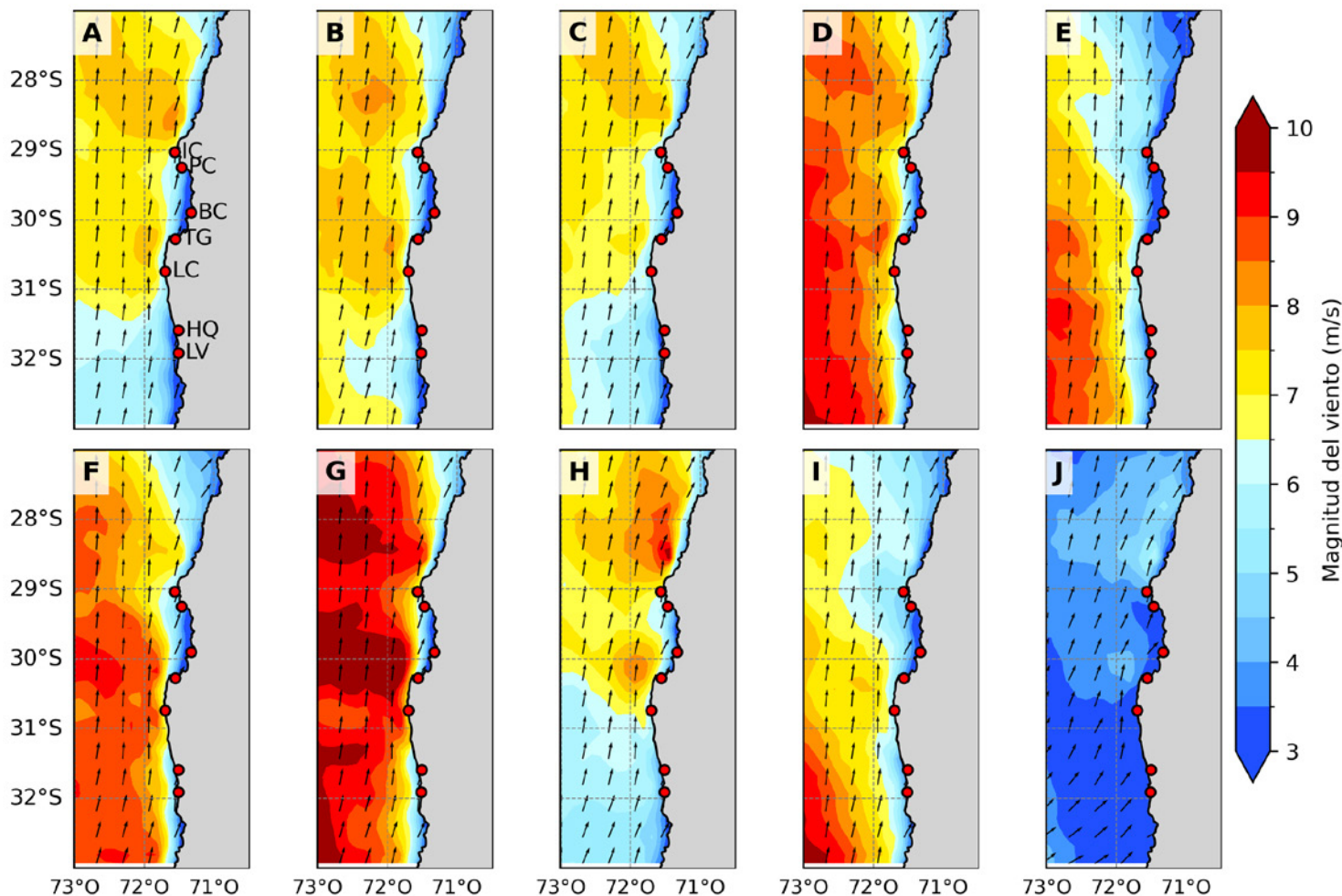


Figura 4. Promedio de la velocidad (m/s) y dirección de viento estimada a través de la observación satelital a 10 metros sobre el nivel del mar frente a la Región de Coquimbo, desde el 1 de septiembre de 2025 al 29 de noviembre de 2025. Cada imagen muestra el promedio para ambas variables (velocidad y dirección de viento) para un período de 9 días. (A) 1 a 9 de septiembre de 2025, (B) 10 a 18 de septiembre de 2025, (C) 19 a 27 de septiembre de 2025, (D) 28 de septiembre a 6 de octubre de 2025, (E) 7 a 15 de octubre de 2025, (F) 16 a 24 de octubre de 2025, (G) 25 de octubre a 2 de noviembre de 2025, (H) 3 a 11 de noviembre de 2025, (I) 12 a 20 de noviembre de 2025, y (J) 21 a 29 de noviembre de 2025. 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 septiembre–noviembre de 2025, los vientos en la región oceánica frente a Coquimbo presentaron una marcada variabilidad sinóptica, la cual moduló la intensidad de los vientos favorables a la surgencia a lo largo del periodo (Figura 4). En septiembre (Figura 4A–C), predominó el viento sur, con velocidades superiores a 7 m/s en gran parte de la región, a excepción del sector al sur de 31°S, donde se registraron valores cercanos a 5 m/s. Este debilitamiento relativo del viento puede atribuirse al paso de dos sistemas de baja presión al sur de Chile, los cuales habrían modulado la intensidad del forzamiento atmosférico sobre la zona. Durante octubre (Figura 4D–G) se observaron las mayores magnitudes de viento del trimestre, con valores superiores a 8 m/s en gran parte de la región oceánica. No obstante, entre los días 7 y el 15 de octubre (Figura 4E), se registraron velocidades más

bajas, cercanas a 5–6 m/s, asociadas a la presencia de una vaguada costera que debilitó transitoriamente los vientos, particularmente en el sector norte. Posteriormente, entre el 25 de octubre y el 2 de noviembre (Figura 4G), se registraron vientos intensos superiores a 9 m/s frente a Punta Lengua de Vaca y Punta de Choros, zonas reconocidas como importantes centros de surgencia costera.

En noviembre (Figura 4H–J), la magnitud del viento disminuyó progresivamente, alcanzando valores inferiores a 4,5 m/s en gran parte de la región. Este comportamiento se asocia a un debilitamiento del anticiclón subtropical del Pacífico sur, lo que redujo el forzamiento del viento característico del periodo y limitó la persistencia de condiciones favorables para la surgencia hacia finales del trimestre.

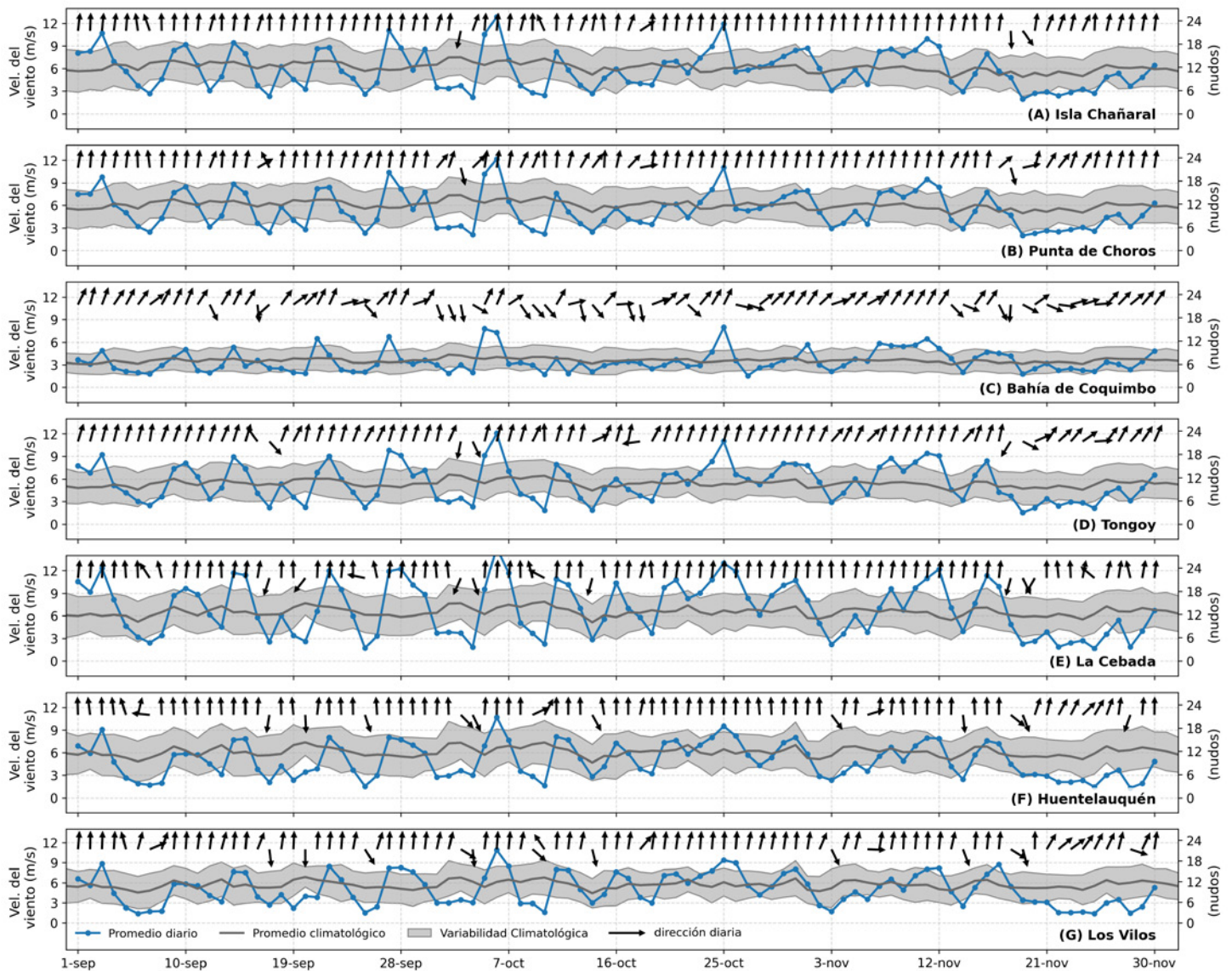


Figura 5. Series temporales de la velocidad (curva azul) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos, entre el 1 de septiembre y el 30 de noviembre de 2025 (curva azul punteada). Se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y su desviación estándar (sombreado azul) respecto al periodo histórico comprendido entre el año 2008 y 2022.

Las mediciones satelitales del viento en las localidades costeras de la Región de Coquimbo indican una importante variabilidad sinóptica durante el trimestre septiembre–noviembre de 2025 (Figura 5). No obstante, la dirección del viento fue predominantemente sur, favorable a la surgencia, en la mayoría de las localidades costeras analizadas, destacando Isla Chañaral (96,7%; Figura 5A) y Punta de Choros (95,6%; Figura 5B). Valores igualmente elevados se registraron en Tongoy (92,2%; Figura 5D) y La Cebada (90,0%; Figura 5E), mientras que Huentelauquén (Figura 5F) y Los Vilos (Figura 5G) presentaron porcentajes cercanos al 85,6%. En contraste, Bahía de Coquimbo (Figura 5C) mostró una menor frecuencia de vientos favorables a la surgencia (61,1%), evidenciando un comportamiento dominado por la topografía local, más que por fenómenos de gran escala.

Durante el trimestre se identificaron diversos eventos de viento favorable a la surgencia, entre los que destacan los días 3 de septiembre, 27 de septiembre, 6 de octubre, 11–12 de octubre en La Cebada, 25–26 de octubre y 12 de noviembre. Estos episodios estuvieron asociados a un reforzamiento transitorio del viento del sur, característico de la estación primaveral. Por otro lado, se identificaron eventos acotados de viento norte, particularmente los días 17 y 20 de septiembre, y entre el 3 y 4 de octubre, los cuales afectaron a varias estaciones. Posterior al 18 de noviembre, el viento mantuvo una dirección predominantemente favorable a la surgencia; sin embargo, sus magnitudes disminuyeron de forma marcada, permaneciendo por debajo del promedio climatológico hasta el término del trimestre y el mes de diciembre.



Temperatura superficial del mar (TSM)

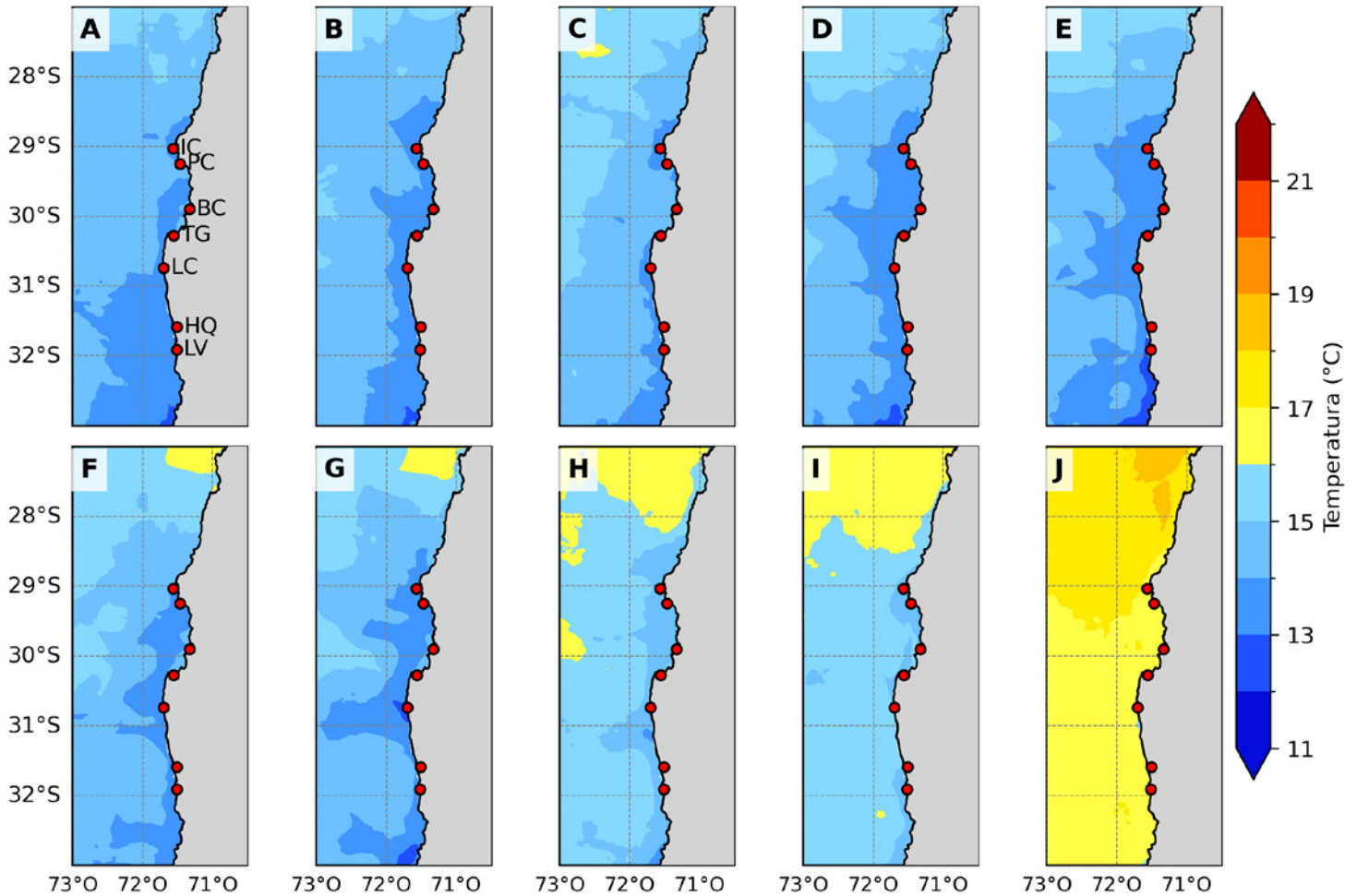


Figura 6. Temperatura superficial del mar (TSM) (°C) estimada a través de la observación satelital de la superficie oceánica frente a la Región de Coquimbo desde el 1 de septiembre de 2025 al 29 de noviembre de 2025. Cada imagen muestra el promedio para la TSM para un período de 9 días. (A) 1 a 9 de septiembre de 2025, (B) 10 a 18 de septiembre de 2025, (C) 19 a 27 de septiembre de 2025, (D) 28 de septiembre a 6 de octubre de 2025, (E) 7 a 15 de octubre de 2025, (F) 16 a 24 de octubre de 2025, (G) 25 de octubre a 2 de noviembre de 2025, (H) 3 a 11 de noviembre de 2025, (I) 12 a 20 de noviembre de 2025, y (J) 21 a 29 de noviembre de 2025. 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).

La temperatura superficial del mar (TSM) presentó un incremento gradual, consistente con el fin del invierno e inicio de la primavera, durante el trimestre septiembre - noviembre. La TSM osciló entre 13 y 15°C durante los primeros 45 días del periodo (Figura 6A-E), presentando un patrón de aguas más frías hacia la costa, consistente con patrones de surgencia. Durante la segunda mitad del

trimestre, la temperatura incrementó de forma continua desde el norte, hasta alcanzar valores superiores a los 16°C en toda la región hacia el final del periodo (Figura 6F-J). El aumento se atribuye al debilitamiento de los vientos favorables a la surgencia, lo que redujo el aporte de aguas frías subsuperficiales.

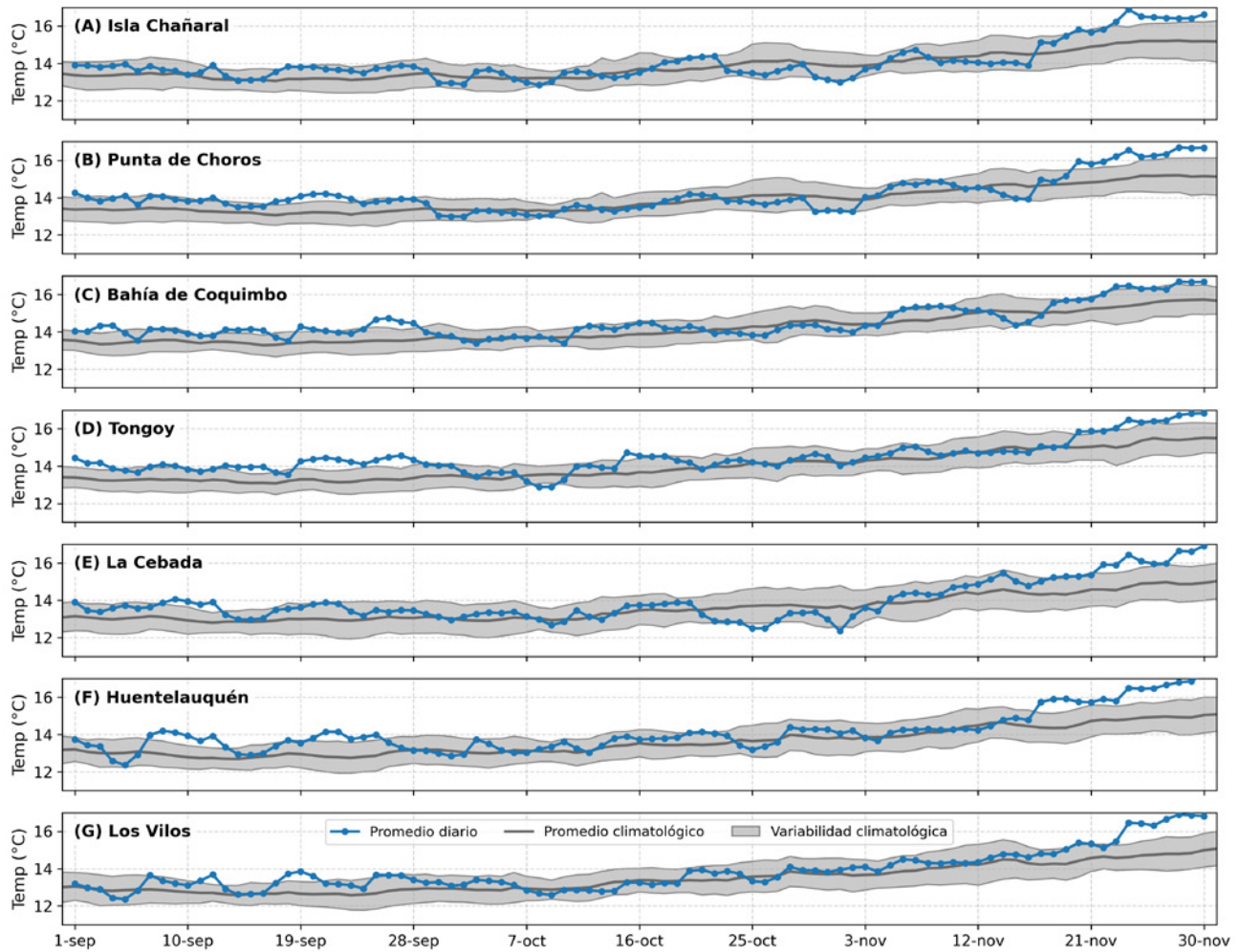


Figura 7. Series diarias de la temperatura superficial del mar (TSM) (°C) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, (D) bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de septiembre al 30 de Noviembre de 2025 (curva azul punteada). 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.

A escala regional, la TSM se mantuvo en general más cálida que el promedio histórico, salvo en periodos acotados de viento intenso, en los que se redujo de forma transitoria, manteniendo no obstante una tendencia general de calentamiento a lo largo del trimestre. En efecto, se identificaron algunos periodos en los que la temperatura superó los valores promedio en más de 1.0 °C, como ocurrió entre el 19 y el 28 de septiembre en las localidades de Tongoy y Huentelauquén (Figuras 7 D y F), y nuevamente a partir del 17 de noviembre en todas las localidades costeras, cuando se superaron los máximos históricos. Estos aumentos de temperatura coincidieron con una disminución en la magnitud del viento, lo que favoreció una menor eficiencia de la surgencia y permitió que las aguas superficiales se mantuvieran notoriamente más cálidas hacia el final del trimestre.



Clorofila superficial

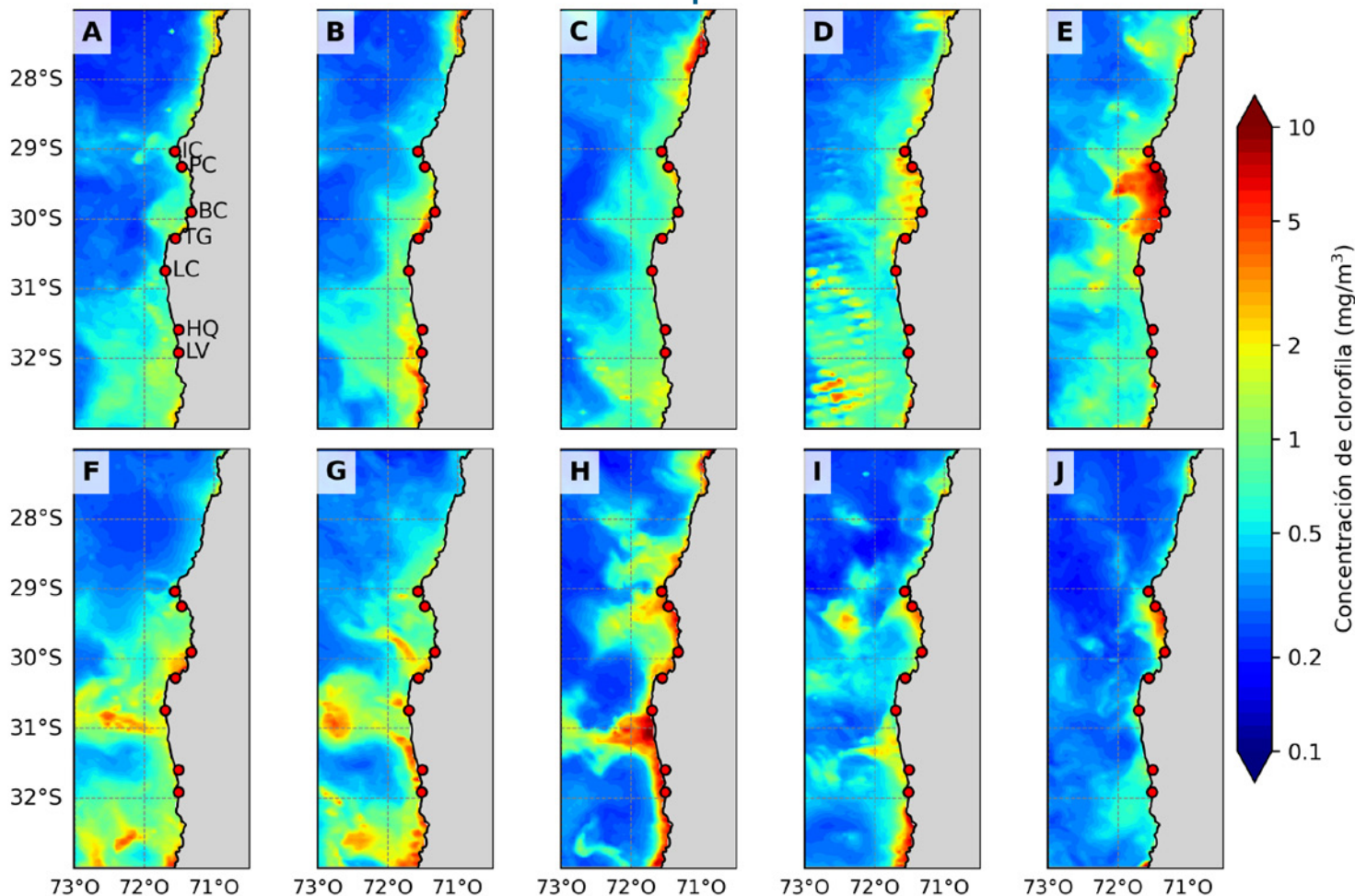


Figura 8. Concentración de clorofila superficial estimada a través de observaciones satelitales (mg/m^3) para la Región de Coquimbo desde el 1 de septiembre de 2025 al 29 de noviembre de 2025. Cada imagen muestra el promedio para la concentración de clorofila para un periodo de 9 días. (A) 1 a 9 de septiembre de 2025, (B) 10 a 18 de septiembre de 2025, (C) 19 a 27 de septiembre de 2025, (D) 28 de septiembre a 6 de octubre de 2025, (E) 7 a 15 de octubre de 2025, (F) 16 a 24 de octubre de 2025, (G) 25 de octubre a 2 de noviembre de 2025, (H) 3 a 11 de noviembre de 2025, (I) 12 a 20 de noviembre de 2025, y (J) 21 a 29 de noviembre de 2025. 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 septiembre - noviembre de 2025 se observó un aumento en la actividad fitoplanctónica frente a la Región de Coquimbo en comparación con el trimestre anterior (ver boletín de octubre 2025), consistente con el incremento de la radiación solar y el forzamiento del viento favorable a la surgencia característico del periodo de primavera. En septiembre, las concentraciones de clorofila superficial se mantuvieron mayoritariamente en valores del orden de $1\text{--}2 \text{ mg}/\text{m}^3$, con una alta dispersión hacia la región oceánica, especialmente al sur de la zona de estudio (Figuras 8 A-D). Durante octubre, se registró un aumento en las concentraciones de clorofila, particularmente entre los días 7 y 15 de octubre, cuando se observaron valores elevados que superaron los $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ al interior de la bahía de Coquimbo (Figura 8 E). Este incremento fue seguido por una disminución durante la segunda mitad del mes (Figuras 8 F-G), periodo en el cual las concentraciones en la franja costera tendieron a reducirse, presentándose máximos locales de menor extensión, principalmente entre Tongoy y Los Vilos. A comienzos de noviembre se volvió a observar un aumento de fitoplancton en la región costera, destacando el sector al sur de La Cebada, donde se alcanzaron nuevamente valores superiores a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$. Sin embargo, durante la segunda mitad de noviembre, las concentraciones disminuyeron de forma generalizada, alcanzando los valores más bajos del trimestre (Figuras 8 I-J).



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 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), así como las capturas de peces sujetos a pesquerías, o el éxito de la producción acuícola.

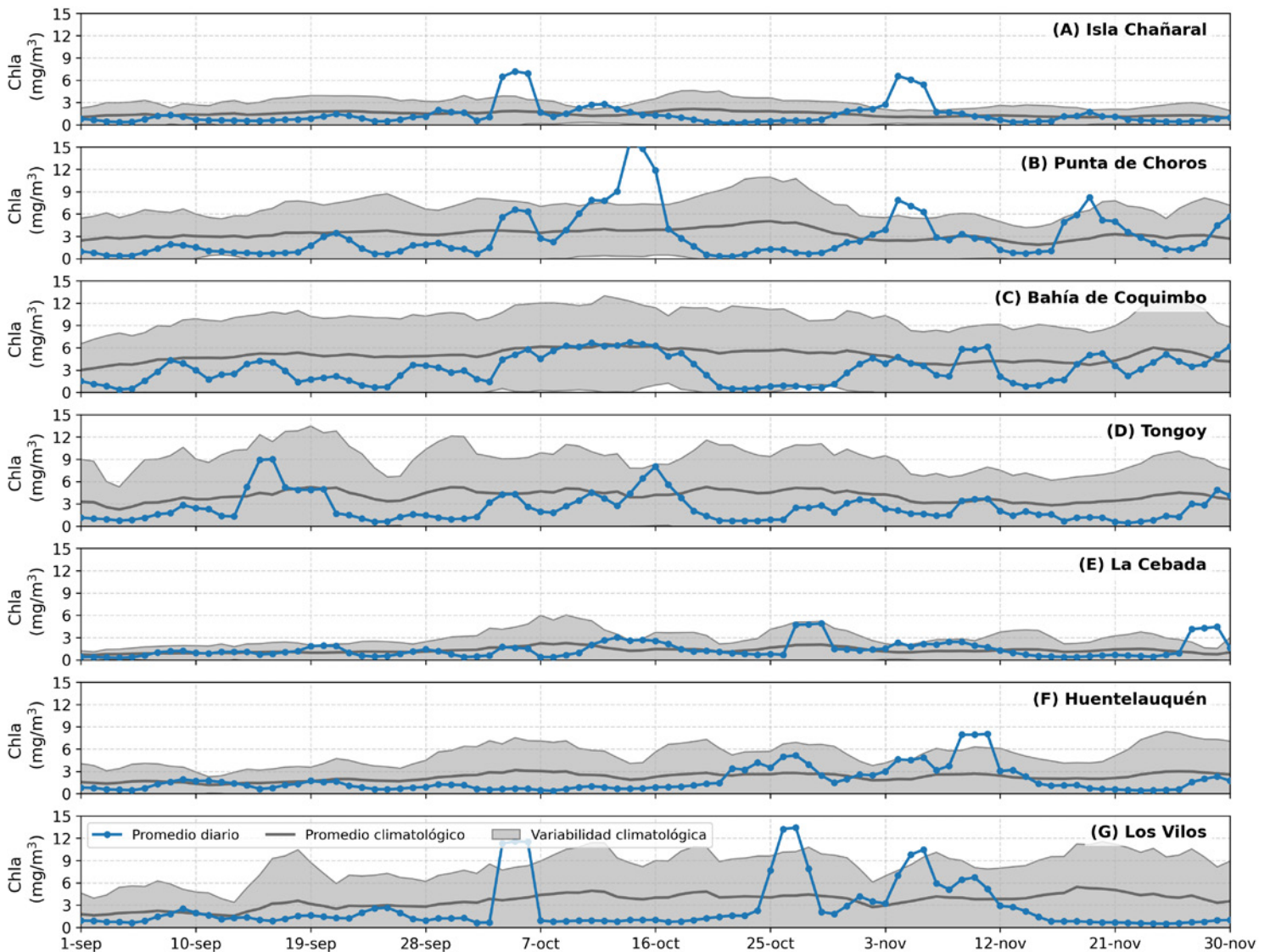


Figura 9. Series diarias de clorofila satelital (superficial) (mg/m^3) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos entre el 1 de septiembre de 2024 al 30 de noviembre del 2024. Se muestran 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.

A escala local, las series de tiempo de clorofila superficial muestran una marcada variabilidad entre estaciones durante el trimestre septiembre–noviembre de 2025 (Figura 9). En Isla Chañaral (Figura 9A), se registraron dos eventos que superaron los valores históricos, entre el 4 y 6 de octubre y entre el 4 y 6 de noviembre, alcanzando concentraciones cercanas a $7 \text{ mg}/\text{m}^3$. Punta de Choros (Figura 9B) presentó alta variabilidad, destacando un evento el 14 de octubre con concentraciones superiores a $15 \text{ mg}/\text{m}^3$, por sobre el rango histórico de la estación.

En Bahía de Coquimbo (Figura 9C) y Tongoy (Figura 9D), las concentraciones se mantuvieron mayoritariamente

bajo el promedio histórico, sin registrar eventos que superaran el rango esperado para el periodo. La Cebada (Figura 9E) y Huentelauquén (Figura 9F) presentaron valores típicos del trimestre, con eventos puntuales levemente superiores a la media entre el 27–29 de octubre y el 10–11 de noviembre, respectivamente. Posterior al 17 de noviembre, las concentraciones disminuyeron de forma marcada, manteniéndose cercanas a cero hasta el fin del trimestre. En términos regionales, se observó una actividad biológica costera menor a lo habitual y a la registrada durante el mismo periodo de 2024 (ver boletín de enero de 2024), especialmente hacia el final del trimestre, cuando las concentraciones de clorofila disminuyeron de manera generalizada.

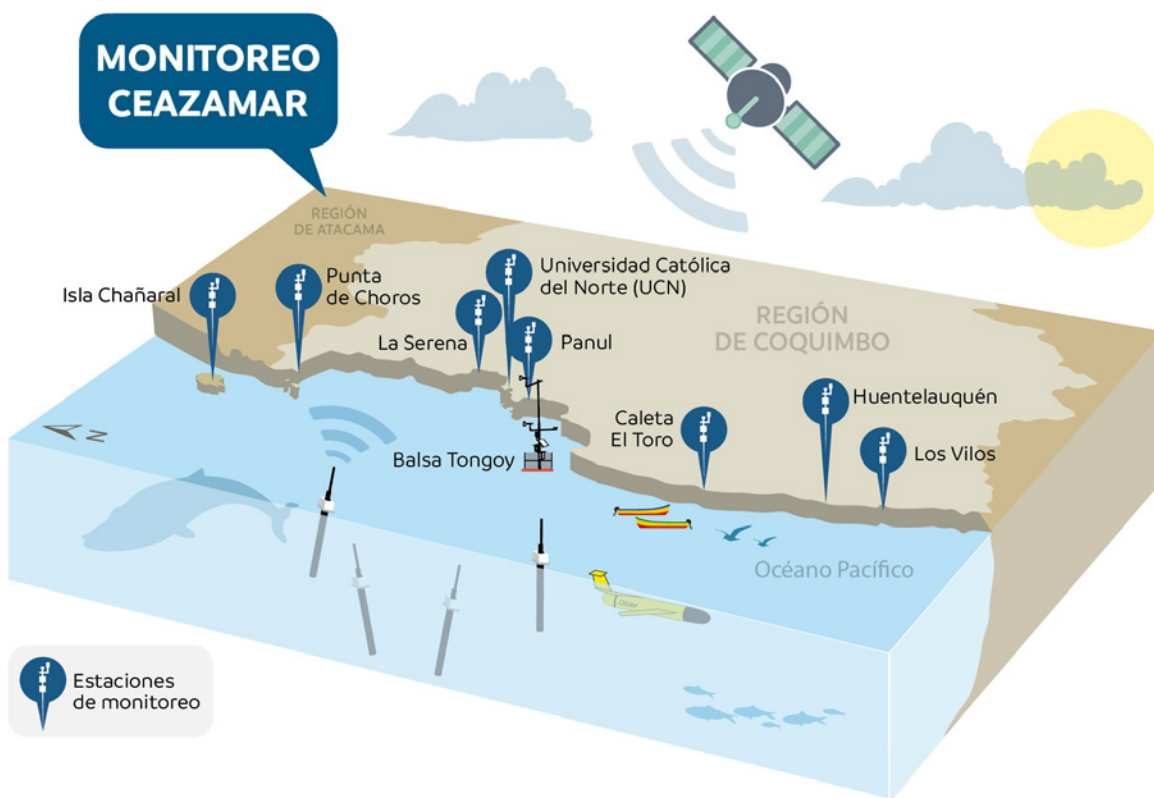


Observaciones locales

» 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, salinidad, el oxígeno disuelto, clorofila y 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 septiembre–noviembre de 2025, los vientos registrados en la Estación Meteorológica Automática (EMA) CEAZAMET de Punta de Choros estuvieron dominados por una dirección favorable a la surgencia durante gran parte del periodo (ver Figura 10). En total, los vientos del sur representaron un 84,6% de los días, mientras que los vientos del norte, desfavorables a la surgencia, fueron poco frecuentes y alcanzaron solo un 4,4% del trimestre (Figura 10). Adicionalmente, se observó una presencia relevante de vientos del oeste, los cuales representaron un 23,1% de los días y estuvieron asociados a una disminución en la magnitud del viento sur. A lo largo del trimestre, las velocidades se mantuvieron bajo los 5 m/s. Los máximos del periodo se observaron entre el 5 y 6 de octubre, con valores levemente superiores a 4 m/s. Destaca además el periodo comprendido entre el 7 y 12 de noviembre, cuando se registraron vientos del sur con magnitudes sobre 3 m/s, generando condiciones favorables y relativamente estables para la surgencia costera. Durante los eventos de

viento del este, la magnitud del viento disminuyó a valores bajo el umbral histórico en periodos como entre el 30 de septiembre y el 4 de octubre, y nuevamente entre el 7 y 23 de octubre. Estos episodios coincidieron con la presencia de una vaguada costera, la cual debilitó el forzamiento del viento en la zona.

En comparación con igual trimestre de 2024, el periodo de septiembre - noviembre de 2025 presentó una menor intensidad media del viento en Punta de Choros, con un promedio trimestral que disminuyó desde 2,9 m/s (5,6 nudos) a 2,4 m/s (4,7 nudos). Esta reducción se dio en conjunto con una leve disminución en la frecuencia de vientos del sur y un aumento de la ocurrencia de vientos del oeste, los cuales se asocian a condiciones de menor magnitud del viento. En términos generales, el trimestre se caracterizó por una predominio del viento sur de baja magnitud, asociado a eventos de surgencia de baja intensidad y enfriamiento limitado durante el trimestre septiembre-octubre de 2025.

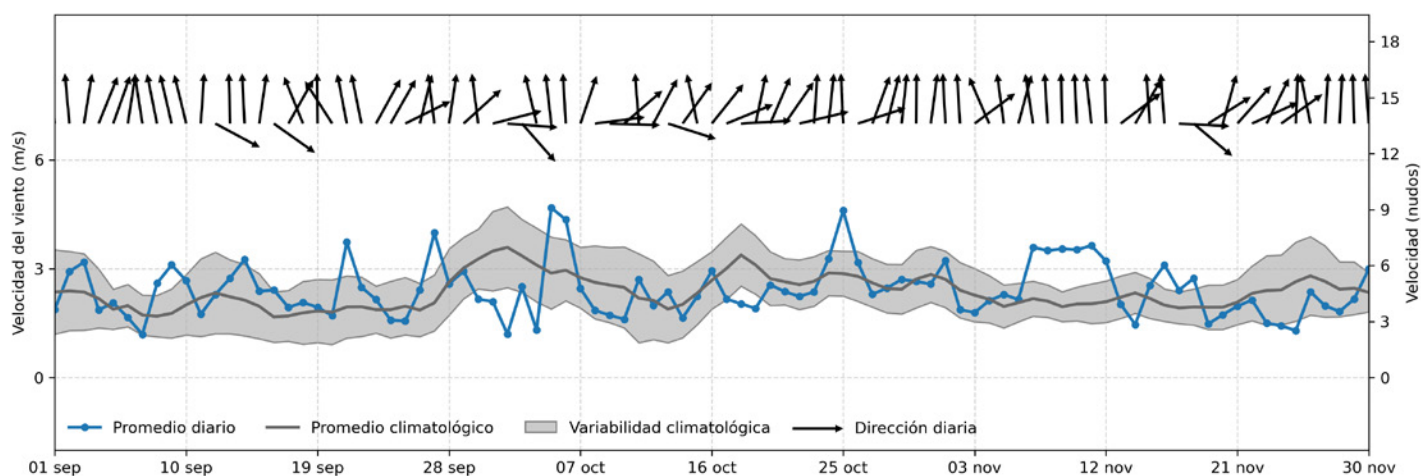


Figura 10. Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio (m/s y nudos), medido por la estación CEAZAMET en la localidad de Punta de Choros, desde el 1 de septiembre al 30 de noviembre de 2025. Adicionalmente, se incluye el promedio histórico diario de la 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

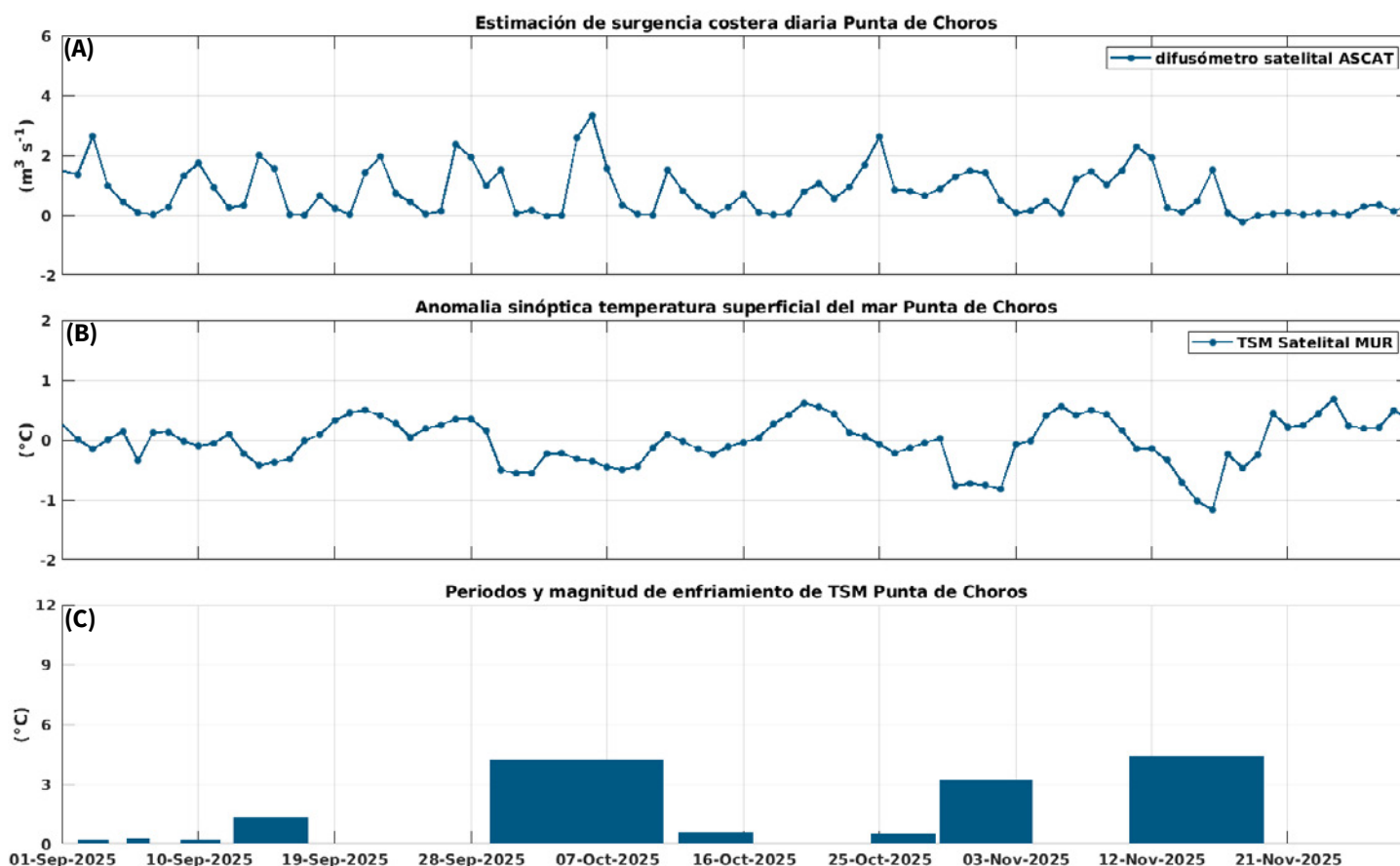


Figura 11. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en Punta de Choros entre el 1 de septiembre al 29 de noviembre de 2025. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}\text{C}$). (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, el índice derivado del viento registró cuatro periodos con transporte de surgencia acumulado superior a los $8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ver figura 11 A). Estos eventos acumularon transporte de surgencia de 8.6 , 10.6 , 10.5 y $8.3 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondientes a los periodos del 1 al 9 de septiembre, 28 de septiembre al 6 de octubre, 25 de octubre al 2 de noviembre y del 3 al 11 de noviembre, respectivamente. La comparación con igual periodo del 2024 indica una notoria reducción (33%) del transporte de surgencia en Punta de Choros, acumulándose solo $69.2 \text{ m}^3/\text{s}$ durante el presente año, en contraste con los $102.7 \text{ m}^3/\text{s}$ registrados en el mismo trimestre de 2024.

El análisis del índice obtenido a partir de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM), indica que los eventos más importantes de enfriamiento se observaron entre el 28 de septiembre al 10 de octubre, del 29 de octubre al 4 de noviembre y del 8 al 11 de noviembre, coincidiendo con periodos de intensificación del viento sur (Ver figuras 11 B y C).

Estos eventos presentaron duraciones de 12.6, 6.0 y 11.3 días, respectivamente acumulando anomalías/enfriamientos de TSM de $4.22/11.39 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $3.17/6.03 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $4.39/8.85 \text{ }^{\circ}\text{C}$.



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

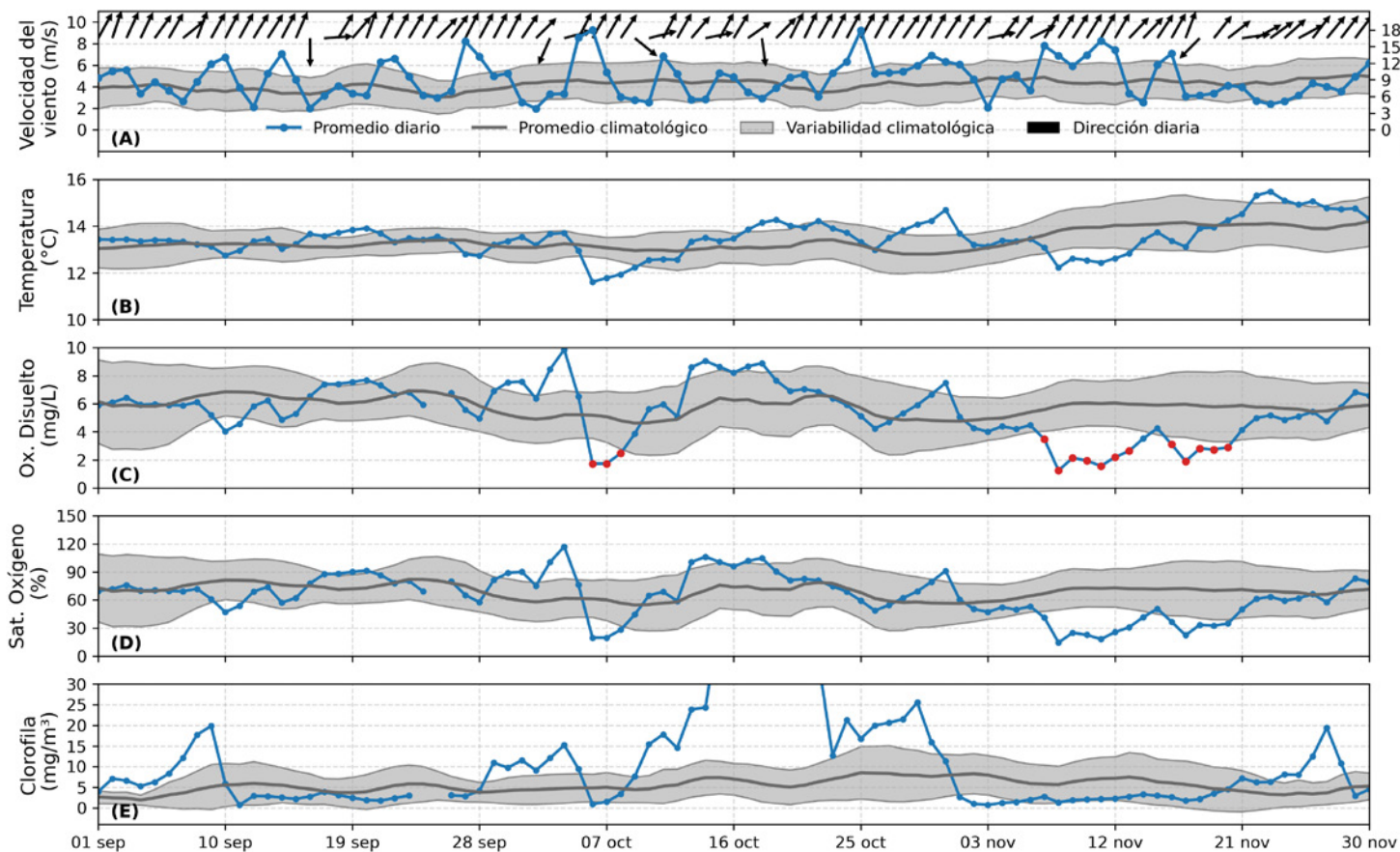


Figura 12. (A) Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio satelital (m/s y nudos) en Punta Lengua de Vaca (PLV) desde el 1 de septiembre al 30 de noviembre de 2025. Se incluye el promedio histórico diario (línea negra) y desviación estándar (sombreado 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/m^3) 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.

Durante el trimestre septiembre-noviembre de 2025, el viento en Punta Lengua de Vaca (Figura 12A) presentó una dirección mayoritariamente favorable a la surgencia, con una ocurrencia del 87,9%. Los eventos de viento norte (5,5%) y viento del este (17,6%) fueron poco frecuentes y, en general, estuvieron asociados a una disminución en la magnitud del viento, como se observó los días 16-17 de septiembre, 3-4 de octubre y 18 de noviembre. En contraste, se registraron varios eventos de viento favorable a la surgencia que superaron los valores históricos, con velocidades sobre los 8 m/s, destacando los períodos 27-29 de septiembre, 5-6 de octubre, 25 de octubre y 11 de noviembre.

En lo que respecta a las variables oceanográficas (Ver figura 12), la temperatura del mar a 10 metros de profundidad en la bahía de Tongoy

exhibió en general valores cálidos cercanos o superiores al promedio histórico, con solo un 23% del período presentando temperaturas por debajo del promedio climatológico. Este fue el caso, por ejemplo, de los días 6-9 de octubre y 8-13 de noviembre, donde los valores fueron aproximadamente 1°C más bajos que el promedio. Estas disminuciones en la temperatura del mar se asociaron a eventos con máximos de viento sur, favorables a la surgencia, en función de la dirección y magnitud del viento en los días previos y durante dichos registros. Cabe destacar el evento ocurrido entre el 28 al 30 de octubre, cuando se observaron anomalías térmicas positivas pese a la presencia de vientos favorables a la surgencia.



Índice de surgencia (Bahía de Tongoy)

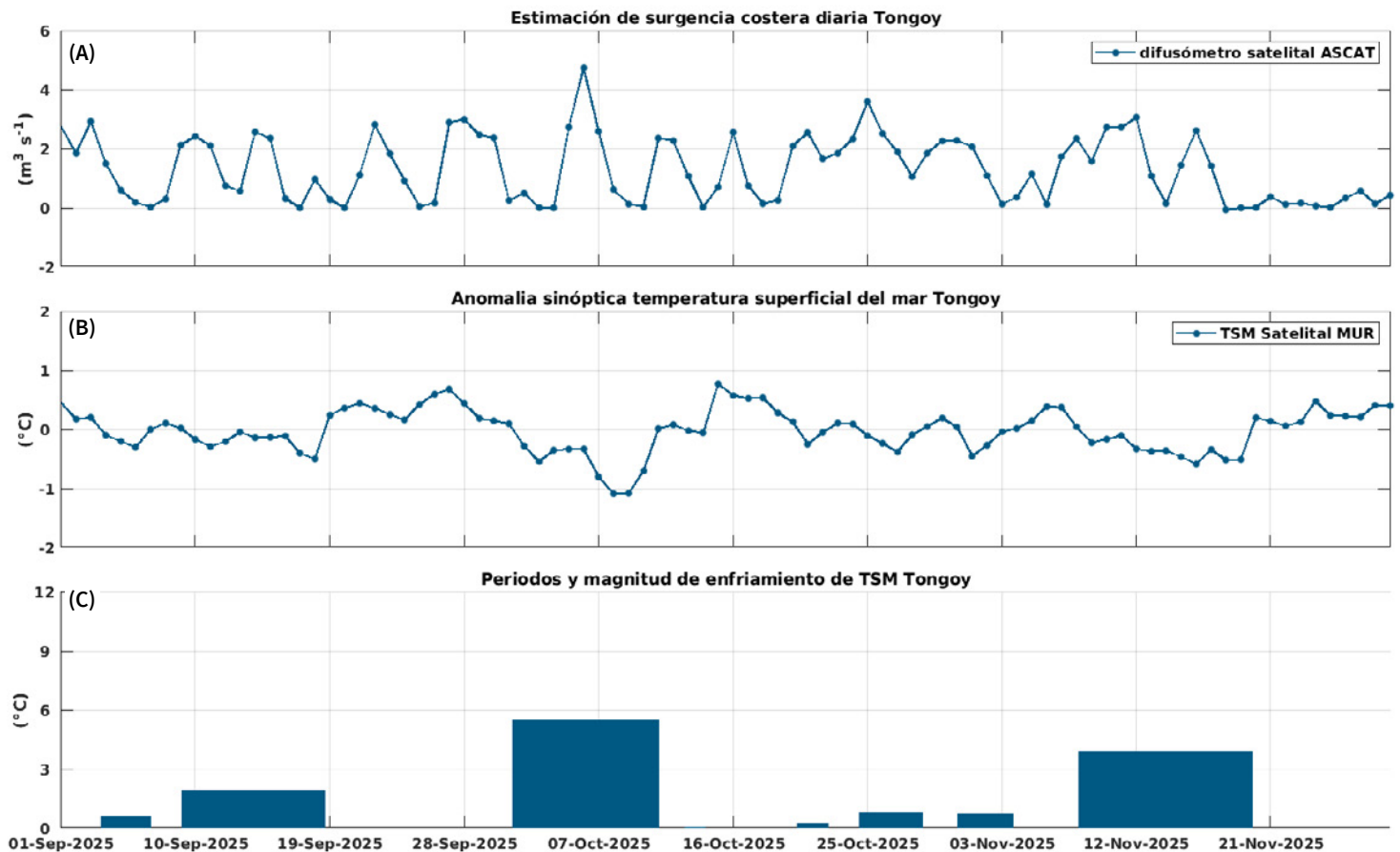


Figura 13. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en la bahía de Tongoy, entre el 1 de septiembre y el 29 de noviembre de 2024. (A) Índice de surgencia costera (UI), estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}\text{C}$). (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 períodos de surgencia en la bahía de Tongoy, derivados a partir del viento, al igual que en Punta de Choros, fueron cuatro, con transporte de surgencia de importancia superior a $12 \text{ m}^3/\text{s}$, acumulando 16.0, 14.2, 18.6 y $12.8 \text{ m}^3/\text{s}$ entre el 28 de septiembre y 6 de octubre, del 16 al 24 de octubre, del 25 de octubre al 2 de noviembre y del 3 al 11 de noviembre, respectivamente (Ver figura 13 A). En comparación con el trimestre septiembre-noviembre de 2024 se observa una notoria reducción del transporte por surgencia costera en la bahía de Tongoy con una acumulación de solo $117.47 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2025 en contraste con los $155.56 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2024.

En cuanto al índice de surgencia, basado en las anomalías de TSM, se registraron dos eventos de enfriamiento relevantes. El de mayor intensidad y duración se extendió por casi 14 días, iniciando el 27 de septiembre y finalizando el 10 de octubre. Este evento acumuló una anomalía y enfriamiento integrado de $5.48 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $9.73 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El segundo evento se prolongó por 13.7 días, entre el 6 y 19 de noviembre, registrando una anomalía y enfriamiento integrado de 2.39 y $3.01 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Ver figuras 13 B y C).



» 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-porcaleta/>, 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 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



Marea roja (FAN) en la Región de Coquimbo



La marea roja es una **Floración Algal Nociva (FAN)**, un fenómeno natural en el que microalgas marinas se multiplican masivamente y producen toxinas como mecanismo de defensa y adaptación ambiental.

Aunque estas toxinas cumplen un rol ecológico, su proliferación excesiva puede afectar la salud humana, la fauna marina y las actividades productivas.



Pseudo-nitzschia

Este microalga es la que más episodios de FAN se han reportado en la Región de Coquimbo.

» CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS QUE GENERAN FAN



» MICROALGAS PRODUCTORAS DE FAN: TOXINAS Y SALUD HUMANA

<p>Pseudo-nitzschia sp. Veneno amnésico de moluscos (VAM)</p> <p>Tipo: Diatomea Toxina: Ácido domoico Daño: Afecta el sistema nervioso</p>	<p>Alexandrium sp. Veneno paralizante de moluscos (VPM)</p> <p>Tipo: Dinoflagelado Toxina: Saxitoxina Daño: Afecta el sistema nervioso</p>	<p>Dinophysis sp. Veneno diarreico de moluscos (VDM)</p> <p>Tipo: Dinoflagelado Toxina: Ácido okadaico Daño: Afecta el sistema digestivo</p>
---	---	---

» ¿CÓMO SE DETECTAN LAS TOXINAS?

- Identificación y conteo celular de microalgas.
 - Análisis químico de la toxina a través de la técnica analítica llamada **Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC)**.
- El **HPLC** es un examen de laboratorio muy preciso que permite detectar y medir la cantidad de toxinas de marea roja presentes en los mariscos, ayudando a determinar si son seguros o no para el consumo.
- Chile cuenta con un sistema sanitario preventivo de marea roja que está orientado a evitar intoxicaciones humanas.



» ¿QUÉ PASA CON LOS MOLUSCOS BIVALVOS?

Los bivalvos (mariscos de dos conchas) filtran gran cantidad de agua al alimentarse y bioacumulan toxinas en sus tejidos.

¿Qué es la bioacumulación?
Es el proceso por el cual un organismo acumula sustancias tóxicas en sus tejidos, porque las incorpora más rápido comiendo de lo que puede eliminarlas por sus heces.

Machas Ostiones

Duración de la desintoxicación interna de un bivalvo

Ostiones	Relativamente rápida (días-semanas)
Choritos	Semanas
Machas, almejas	Semanas a meses
Navajuelas	Muy variable
Cholgas	Lenta

» MENSAJES CLAVE PARA LA COMUNIDAD

- La marea roja puede durar desde días hasta semanas, dependiendo de las condiciones del mar
- Aunque disminuya la presencia de estas microalgas, las toxinas pueden permanecer en los mariscos por más tiempo
- La "marea roja" es un fenómeno natural
- No siempre es visible en el mar
- No se elimina al cocinar los mariscos
- ES UN FENÓMENO LOCAL**, puede afectar una bahía y no otra
- El riesgo está en consumir mariscos contaminados
- El monitoreo y los cierres protegen la salud
- Es más frecuente ver episodios de marea roja durante primavera y verano



» 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 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.

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”.

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 (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 la 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 (CO₂) 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 fijadas 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/m ²	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/m ³	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 50 mg/m ³	0,015 mg/m ³	0,01 mg/m ³	
Turbidez	NTU	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 100 NTU	0,013 NTU	0,04% FSNTU	



Estación Coordenadas Lat/Lon (WGS-84)	Parámetro	Instrumentos de Medición			Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución
		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
ENERO
2026

